

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 7月22日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第207041号

出 願 人

Applicant(s):

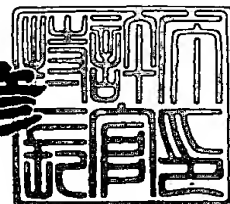
株式会社半導体エネルギー研究所

3/13/01  
M. K. H. J.

2000年 5月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3035366

【書類名】 特許願

【整理番号】 P004263-06

【提出日】 平成11年 7月22日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 山崎 舜平

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コンタクト構造および半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上の接続配線を異方性導電膜によって他の基板上の配線と電氣的に接続するコンタクト構造であって、

前記接続配線は金属膜と透明導電膜の積層膜でなり、前記異方性導電膜との接続部分において、前記金属膜の側面は保護膜に覆われていることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 2】

基板上の接続配線を異方性導電膜によって他の基板上の配線と電氣的に接続するコンタクト構造であって、

前記接続配線は金属膜と透明導電膜の積層膜でなり、前記透明導電膜のみで前記異方性導電膜と接触していることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、前記保護膜は樹脂膜であることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 において、前記金属膜の厚さは 1 0 0 nm ~ 1  $\mu$  m であることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 において、前記金属膜は A 1 を主成分とする金属層、または A 1 を含む合金層を含むことを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 において、前記金属膜は W を主成分とする金属層または W を含む合金層を含むことを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 において、前記金属膜は W 層と W と N の合金層の積層膜であることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 8】

請求項 1 又は 2 において、前記透明導電膜の厚さは 5 0 nm ~ 0 . 5  $\mu$  m であることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 9】

請求項 1 又は 2 において、前記透明導電膜は酸化亜鉛を含む合金膜であることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 1 0】

請求項 1 又は 2 において、前記透明導電膜は酸化亜鉛と酸化インジウムを含む合金膜であることを特徴とするコンタクト構造。

【請求項 1 1】

基板上に、薄膜トランジスタが配置された回路と、前記薄膜トランジスタでなる回路を他の回路と接続するための接続配線と、を有する半導体装置であって、  
前記接続配線金属膜と透明導電膜の積層膜でなり、前記他の回路との接続部分において前記金属膜側面は保護膜に覆われていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 2】

薄膜トランジスタが配置された回路を有する第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向する第 2 の基板とを有する半導体装置であって、

前記第 1 の基板には、前記薄膜トランジスタが配置された回路を他の回路と接続するための、金属膜と、該金属膜表面に接する透明導電膜とでなる接続配線と、前記金属膜の側面に接する保護膜が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 において、前記保護膜は前記薄膜トランジスタのゲート配線とソース配線の間の絶縁膜と同じ材料で形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 4】

薄膜トランジスタが配置された回路を有する第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向する第 2 の基板とを有する半導体装置であって、

前記第 1 の基板には、前記薄膜トランジスタが配置された回路を他の回路と

接続するための、金属膜と、該金属膜表面に接する透明導電膜とでなる接続配線と、前記薄膜トランジスタ上に形成され、前記第1の基板と前記第2の基板間隔を維持するための柱状スペーサと、前記金属膜の側面に接する前記柱状スペーサと同じ材料でなる保護膜が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項15】

請求項11～14のいずれか1項において、前記接続配線は異方性導電膜を介して他の基板上の配線と電氣的に接続されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項16】

請求項11～14のいずれか1項において、前記保護膜は樹脂膜であることを特徴とする半導体装置。

【請求項17】

請求項11～14のいずれか1項において、前記金属膜の厚さは100nm～1μmであることを特徴とする半導体装置。

【請求項18】

請求項11～14のいずれか1項において、前記金属膜はAlを主成分とする金属層、またはAlを含む合金層を含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項19】

請求項11～14のいずれか1項において、前記金属膜はWを主成分とする金属層またはWを含む合金層を含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項20】

請求項11～14のいずれか1項において、前記金属膜はW層とWとNの合金層の積層膜であることを特徴とする半導体装置。

【請求項21】

請求項11～14のいずれか1項において、前記透明導電膜の厚さは50nm～0.5μmであることを特徴とする半導体装置。

【請求項22】

請求項11～14のいずれか1項において、前記透明導電膜は酸化亜鉛を含む合金膜であることを特徴とする半導体装置。

【請求項23】

請求項 11～14 のいずれか 1 項において、前記透明導電膜は酸化亜鉛と酸化インジウムを含む合金膜であることを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は絶縁表面を有する基板上に薄膜トランジスタ（以下、TFTと記す）で構成された回路を有する半導体装置に関する。TFTで構成された回路を他の基板上の回路と接続するための端子の構造に関する。特に本発明は、画素部とその周辺に設けられる駆動回路を同一基板上に設けた液晶表示装置やエレクトロルミネッセンス表示装置や、これら表示装置を搭載した電気光学装置を搭載した電子機器に好適に利用できる技術を提供する。尚、本明細書において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能する装置全般を指し、上記液晶表示装置だけでなく、表示装置を搭載した電子機器をその範疇に含んでいる。

【0002】

【従来の技術】

アクティブマトリクス型の液晶表示装置に代表される電気光学装置において、スイッチング素子や能動回路を構成するためにTFTを用いる技術が開発されている。TFTはガラスなどの基板上に気相成長法により半導体膜を形成し、その半導体膜を活性層として形成する。半導体膜にはシリコン又はシリコン・ゲルマニウムなどシリコンを主成分とする材料が好適に用いられている。さらに、シリコン半導体膜はその作製法により、非晶質シリコン膜や多結晶シリコンに代表される結晶質シリコン膜などを得ることができる。

【0003】

非晶質シリコン膜を活性層としたTFTは、非晶質構造などに起因する電子物性的要因から、本質的に数 $\text{cm}^2/\text{Vsec}$ 以上の電界効果移動度を得ることができない。従って、アクティブマトリクス型の液晶表示装置において、画素部の各画素に設けられる液晶を駆動するためのスイッチング素子（画素TFT）として使用することはできても、画像表示を行うための駆動回路まで形成することは不可能であった。そのために、TAB（Tape Automated Bonding）方式やCOG（Chip o

n Glass) 方式を使ってドライバ IC などを実装する技術が用いられていた。

【0004】

一方、結晶質シリコン膜を活性層とした TFT では、高い電界効果移動度が得られることから各種の機能回路を同一のガラス基板上に形成することが可能となり、画素 TFT の他に駆動回路において n チャンネル型 TFT と p チャンネル型 TFT とから成る CMOS 回路を基本として形成されるシフトレジスタ回路、レベルシフタ回路、バッファ回路、サンプリング回路など同一基板上に作製することができる。低コストか及び高品位化のため、アクティブマトリクス型液晶表示装置では、画素と画素を駆動するための駆動回路を同一基板上に作製したアクティブマトリクス基板が用いられるようになった。

【0005】

駆動回路に電源や入力信号を供給するために、アクティブマトリクス基板上に、駆動回路と接続した接続配線を作製し、接続配線と FPC (Flexible Print Circuit) を実装する構造が採用されている。基板上の接続配線と FPC の接続には異方性導電膜が用いられている。図 30 に異方性導電膜によって FPC に接続された接続配線の断面構造を示す。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

図 30 に示すように、アクティブマトリクス基板において、ガラス基板 1 の表面の絶縁膜 2 上に接続配線 3 が形成されている。FPC 4 はポリイミドなどなる可とう基板 4 上に銅など根なる多数の配線 5 が形成されている。異方性導電膜 7 には、導電性スペーサ 8 が、熱や光により硬化する接着剤 8 (樹脂膜) 内に分散されている。接続配線 3 と FPC 上の配線 6 は導電性スペーサ 8 によって電氣的に接続されている。

【0007】

接続配線は、アルミニウムやチタンなどの金属膜 3a と ITO 膜等の透明導電膜 3b の 2 多層構造となっている。透明導電膜 3b アルミニウムなどの金属膜を用いることで配線抵抗を低くできるが、金属膜 3a が導電性スペーサ 9 に押されて変形するおそれがある。透明導電膜 3b はインジウムやスズなどの金属の酸化



物であるため、金属膜 3 a よりも硬度が高い。そこで、透明導電膜 3 b を表面に形成することで、金属膜 3 a の破損や変形を防止している。

【0008】

しかしながら、金属膜 3 a 側面は異方性導電膜 7 が形成されるまでは剥き出しの状態で、外気に曝されているため、腐食や酸化されやすい状態となっており、接続配線 3 と F P C 4 との接続の信頼性を下げる原因となる。また、F P C が実装された状態では、金属膜

【0009】

本発明は上述した問題点を解消して、信頼性の高い接続を実現し、かつ量産に適した接続配線を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を課題を解決するために、本発明は基板上の接続配線を異方性導電膜によって他の基板上の配線と電氣的に接続するコンタクト構造であって、

前記引き出し配線は金属膜と透明導電膜の積層膜でなり、前記異方性導電膜との接続部分において、前記金属膜の側面は保護膜に覆われていることを特徴とする。

【0011】

また、他の構成は、基板上に、薄膜トランジスタが配置された回路と、前記薄膜トランジスタでなる回路を他の回路と接続するための接続配線と、を有する半導体装置であって、

前記接続配線金属膜と透明導電膜の積層膜でなり、前記他の回路との接続部分において前記金属膜側面は保護膜に覆われていることを特徴とする。

【0012】

また、他の構成は薄膜トランジスタが配置された回路を有する第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向する第 2 の基板とを有する半導体装置であって、

前記第 1 の基板上には、前記薄膜トランジスタが配置された回路を他の回路と接続するための、金属膜と、該金属膜表面に接する透明導電膜とでなる接続配線と、前記金属膜の側面に接する保護膜が形成されていることを特徴とする。

【0013】

また、他の構成は薄膜トランジスタが配置された回路を有する第1の基板と、前記第1の基板に対向する第2の基板とを有する半導体装置であって、

前記第1の基板上には、前記薄膜トランジスタが配置された回路を他の回路と接続するための、金属膜と、該金属膜表面に接する透明導電膜とでなる接続配線と、前記薄膜トランジスタ上に形成され、前記第1の基板と前記第2の基板間隔を維持するための柱状スペーサと、前記金属膜の側面に接する前記柱状スペーサと同じ材料でなる保護膜が形成されていることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

〔実施形態1〕

本発明のコンタクト構造は、異方性導電膜によって回路を接続する実装方法を用いる半導体装置、例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置や、EL表示装置に好適である。本実施形態では、図12を用いて、本発明をアクティブマトリクス型の液晶表示装置に適用した場合のコンタクト構造を説明する。

【0015】

アクティブマトリクス基板上の接続配線183は端子部182において異方性導電膜195によって、FPC191に電氣的に接続される。接続配線183はアクティブマトリクス基板上のTFTのソース／ドレイン配線と同じ工程で作製される。即ち、ソース／ドレイン配線と同じ材料、で同じ層に形成されている。金属膜140と透明導電膜141の積層膜でなる。異方性導電膜191との接続部分において、接続配線183の側面は絶縁材料でなる保護膜173に覆われている。

【0016】

この構造により、金属膜140の側面は保護膜173で覆われる。従って、接続部分において、金属膜140は透明導電膜141、絶縁膜109、保護膜173に接して囲まれ、外気に触れることがない。よって金属膜140の腐食を防止することができる。

【0017】

保護膜 173 はソース／ドレイン配線の上層に形成される絶縁膜を用いて作製することができる。本実施形態では、保護膜 173 はアクティブマトリクス基板と対向基板の間隔を保持するために作製された柱状スペーサ 172 と同じ工程で作製されている。

#### 【0018】

また、図 16 に示すように接続配線 303 を TFT のゲート配線配線と同じ工程で作製することもできる。この場合には、接続配線 303 はゲート配線と同じ材料、で同じ層に形成される。この場合、保護膜 303 はゲート配線とソース／ドレイン配線の間に形成された絶縁膜 138、139 で作製される。

#### 【0019】

本発明において、接続配線は金属膜の表面を透明導電膜で覆った積層膜で形成される。金属膜は単層膜に限定されない。金属膜の厚さは  $100\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{ m}$  とする。金属膜としては、アルミニウム (Al)、タンタル (Ta)、チタン (Ti)、モリブデン (Mo)、タングステン (W) から選ばれた元素を主成分とする金属層や、金属元素を含む合金層を少なくとも含む。合金としては、Mo-W 合金、Mo-Ta 合金や、列記した元素と窒素の化合物である窒化タンタル (Ta<sub>3</sub>N<sub>2</sub>)、窒化タングステン (WN)、窒化チタン (TiN) 膜、窒化モリブデン (Mo<sub>3</sub>N<sub>2</sub>) が挙げられる。またタングステンシリサイド、チタンシリサイド、モリブデンシリサイドなどシリサイド層を含んでもよい。

#### 【0020】

透明導電膜の厚さは  $50\text{ nm} \sim 0.5\text{ }\mu\text{ m}$  とする。透明導電膜の材料は、酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) や酸化インジウム酸化スズ合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{—SnO}_2$ ; ITO) などをスパッタ法や真空蒸着法などを用いて形成して用いることができる。このような材料のエッチング処理は塩酸系の溶液により行う。しかし、特に ITO のエッチングは残渣が発生しやすいので、エッチング加工性を改善するために酸化インジウム酸化亜鉛合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{—ZnO}$ ) を用いても良い。酸化インジウム酸化亜鉛合金は表面平滑性に優れ、ITO に対して熱安定性にも優れているので、ドレイン配線 169 の端面で接触する Al との腐蝕反応を防止できる。同様に、酸化亜鉛 (ZnO) も適した材料であり、さらに可視光の透過率や導電

率を高めるためにガリウム (Ga) を添加した酸化亜鉛 (ZnO:Ga) などを用いることができる。

#### 【0021】

##### 〔実施形態2〕

また、ゲート配線と同じ工程で接続配線を作製した場合、ゲート配線、接続配線の断面形状をテーパ形状としてもよい。ゲート配線のテーパ状にすることにより、膜厚が中央から側面に向かって減少することとなるので、後述する実施例で示すように、ゲート配線をマスクにした半導体層のドーピングにおいて、膜厚の変化を利用して半導体層に添加される不純物濃度を変化させることができる。

#### 【0022】

テーパ形状にするためには、高密度プラズマを用いたドライエッチング法を適用する。高密度プラズマを得る手法にはマイクロ波や誘導結合プラズマ (Inductively Coupled Plasma: ICP) を用いたエッチング装置が適している。特に、ICPエッチング装置はプラズマの制御が容易であり、処理基板の大面积化にも対応できる。

#### 【0023】

ICPを用いたプラズマ処理装置では、プラズマ処理を高精度に行うための手段として、高周波電力をインピーダンス整合器を介して4本の渦巻き状コイル部分が並列に接続されてなるマルチスパイラルコイルに印加してプラズマを形成する方法を用いている。ここで、各コイル部分の1本当たりの長さは、高周波の波長の1/4倍としている。さらに、被処理物を保持する下部電極にも、別途高周波電力を印加してバイアス電圧を付加する構成としている。ICPを用いたプラズマ処理方法やプラズマ処理装置に関しては特開平9-293600号公報等で開示されている。

#### 【0024】

このようなICPを用いたプラズマ処理装置（例えば、エッチング装置）の構造概略図を図25に示す。チャンバー上部の石英板11上にアンテナコイル12を配置し、マッチングボックス13を介してRF電源14に接続されている。また、対向に配置された基板側の下部電極15にもマッチングボックス16を介し

てRF電源17が接続されている。基板上方のアンテナコイル12にRF電流が印加されると、アンテナコイル12にRF電流Jが $\alpha$ 方向に流れ、式1に従ってZ方向に磁界Bが発生する。

【0025】

$$\mu_0 J = \text{rot} B \quad (\mu_0 \text{ は透磁率}) \quad (\text{式1})$$

【0026】

そして、ファラデーの電磁誘導の法則に従い、 $\theta$ 方向に誘導電界Eが生じる（式2）。

【0027】

$$-\partial B / \partial t = \text{rot} E \quad (\text{式2})$$

【0028】

誘導電界Eで電子が $\alpha$ 方向に加速されガス分子と衝突し、プラズマが生成される。誘導電界の方向が $\alpha$ 方向なので、荷電粒子がエッチングチャンバー壁や、基板に衝突して電荷を消失する確率が低くなる。従って、1Pa程度の低圧力でも高密度のプラズマを発生させることができる。また、下流へは、磁界Bがほとんどないので、シート状に広がった高密度プラズマ領域となる。

ICPで高密度プラズマを得る為にはアンテナコイルに流れる高周波電流Jを低損失で流す必要があり、そのインダクタンスを低下させなければならない。その為に、アンテナコイルを分割した方式とすることが有効となる。

【0029】

アンテナコイル12（ICPパワーが印加される）と基板側の下部電極15（バイアスパワーが印加される）のそれぞれに印加するRFパワーを調節することによってプラズマ密度と自己バイアス電圧を独立に制御することが可能である。また、被エッチング膜に応じて異なる周波数のRFパワーを印加できる。

【0030】

ICPエッチング装置で高密度プラズマを得るためには、アンテナコイル12に流れるRF電流Jを低損失で流す必要があり、大面積化するためには、アンテナコイル12のインダクタンスを低下させなければならない。そのために図26に示したようにアンテナを分割したマルチスパイラルコイル22のICPエッチ

ング装置が開発された。図26中の21は石英板、23、26はマッチングボックス、24、27はRF電源である。また、チャンバーの底部には、基板28を保持する下部電極25が絶縁体29を介して設けられている。

#### 【0031】

このようなマルチスパイラルコイルを適用したICPを用いたエッチング装置を用いると、前記耐熱性導電性材料のエッチングを良好に行うことができた所望のテーパ角 $\theta$ を有する配線を形成することができる。

#### 【0032】

所望のテーパ角 $\theta$ を得るには、ICPエッチング装置のバイアスパワー密度を調節する。図27は、テーパ角 $\theta$ のバイアスパワー依存性を示した図である。図27に示したように、バイアスパワー密度に応じてテーパ角 $\theta$ を制御することができる。図27は、ガラス基板上に所定のパターンに形成されたW膜について、そのパターン端部のテーパ形状（テーパ角）について調べた結果を示す。図28はテーパ角の基板側にかかるバイアス電力（13.56MHz）依存性を示す。共通条件として放電電力（コイルに印加する高周波電力、13.56MHz）を $3.2\text{ W/cm}^2$ 、圧力1.0Paとしてエッチングガスに $\text{CF}_4$ と $\text{Cl}_2$ を用いた。エッチングガスの流量は $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ 共に30SCCMとした。

#### 【0033】

図27に示すようにテーパ角はバイアス電力が $128\sim384\text{ mW/cm}^2$ の範囲で $70\sim20^\circ$ まで変化させることが可能であることが明らかとなった。なお、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ の流量は共に30SCCMとした。

#### 【0034】

また、図28の実験からはテーパ角は $60\sim80^\circ$ まで変化させることが可能であることが分かる。なお、図28の実験条件では、テーパ角のエッチングガス流量比依存性について調べた結果を示す。なお、 $\text{CF}_4$ と $\text{Cl}_2$ の合計の流量を60SCCMとして、 $\text{CF}_4$ のみを $20\sim40\text{ SCCM}$ の範囲で変化させた。このときバイアス電力は $128\text{ mW/cm}^2$ とした。

#### 【0035】

更にテーパ角 $\theta$ はタングステンとレジストの選択比に依存していると考えら

れる。図29にタングステンとレジストの選択比とテーパ角 $\theta$ との依存性を示した。このようにICPエッチング装置を用いて、バイアスパワー密度や反応ガス流量比を適宜決定することで、極めて容易に所望のテーパ角 $\theta$ が $3^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の配線を形成することが可能である。

#### 【0036】

また、耐熱性導電性材料のICPエッチング装置における加工特性を考える。ここでは、W膜とTa膜の他に、ゲート電極用の材料としてしばしば用いられるモリブデン-タングステン(Mo-W)合金(組成比はMo:W=48:50wt%)について、エッチング速度、適用するエッチングガス、およびゲート電極の下地となるゲート絶縁膜との選択比の代表的な値を示す。ゲート絶縁膜はプラズマCVD法で作製する酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜であり、ここで選択比はゲート絶縁膜のエッチング速度に対するそれぞれの材料のエッチング速度の割合として定義する。

#### 【0037】

【表1】

材料	エッチング速度 (nm/min)	ゲート絶縁膜との 選択比	エッチングガス
W	70~90	2~4	$CF_4+Cl_2$
Ta	140~160	6~8	$Cl_2$
Mo-W	40~60	0.1~2	$CF_4+Cl_2$

#### 【0038】

Ta膜のエッチング速度は140~160nm/minで選択比も6~8が選られ、W膜のエッチング速度70~90nm/min、また選択比2~4に対して優れた値となっている。従って、被加工性という観点からはTa膜も適しているが、表中に示さない値として、抵抗率が20~30 $\mu\Omega$ cmであり、W膜の10~16 $\mu\Omega$ cmに比べて若干高い点が難点となる。一方、Mo-W合金はエッチング速度が40~60nm/minと遅く、また選択比は0.1~2となりこの材料は被加工性という観点から必ずしも適していないことが覗かれる。このように、表1からはTa膜が最も良い結果を示していることがわかるが、前述のように抵抗率を考慮す

るとW膜が総合的には適していると考えられる。

【0039】

また、ドライエッチングに用いるエッチングガスとしてフッ素を含むガスと、塩素を含むガスの混合ガスを用いることができる。フッ素を含むガスとしては $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、または $\text{C}_4\text{F}_8$ から選ばれたガスを用いることができる。また塩素を含むガスとしては $\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiCl}_4$ ガス、 $\text{BCl}_3$ から選ばれたガスを用いることができる。

【0040】

【実施例】

【実施例1】

本実施例は、アクティブマトリクス型液晶パネルに関するものである。図1（A）は本実施例のアクティブマトリクス基板の上面図であり、画素部、画素部の薄膜トランジスタを駆動するための駆動回路部とが形成されている。アクティブマトリクス基板上に作製された柱状スペーサおよびシール剤の位置関係を示す上面図である。

【0041】

図1（A）に示すように、ガラス基板101上には、薄膜トランジスタが配置された画素部188と、画素部188に配置された薄膜トランジスタを駆動するための駆動回路として、走査信号駆動回路185と映像信号駆動回路186が設けられている。さらに、その他CPUやメモリなどの信号処理回路187が設けられている。

【0042】

画素部188では走査信号駆動回路185から延在するゲート配線189と映像信号制御回路186から延在するソース配線190がマトリクス状に交差して画素を形成し、各画素にはそれぞれ画素TFT204と保持容量205が設けられている。

【0043】

柱状スペーサ172はアクティブマトリクス基板と、対向基板の間隔を保持するものであって、円柱状の形状を有する。画素部188において設けられる柱状



スペーサ 172 は、すべての画素に対して設けても良いが、マトリクス状に配列した画素の数個から数十個おきに設けても良い。即ち、画素部を構成する画素の全数に対するスペーサの数の割合は 20～100% とすると良い。また、駆動回路 185～187 には柱状スペーサ 172 の代わりに、全面を覆うように設けても良い。本実施例では、TFT のソースおよびドレイン配線の位置にあわせて設けている。

## 【0044】

シール剤 186 は、基板 101 上の画素部 188 および走査信号制御回路 185、映像信号制御回路 186、その他の信号処理回路 187 の外側であって、外部入出力端子 182 よりも内側に形成されている。

## 【0045】

また、アクティブマトリクス基板 100 上の駆動回路 185～187 は接続配線 183 によって、外部の電源や回路に電氣的に接続されている。また接続配線 183 は駆動回路 185～187 の TFT のソース（ドレイン）配線と同時に形成されている。端子部 182 は接続配線 183 と一体的に形成され、他の基板との接続部になる。図 1（B）に端子部 182 の部分拡大図を示す。

## 【0046】

図 1（B）に示すように、端子部 182 の側面は保護膜 173 によって覆われており、接続配線 183 は端子部 182 において、異方性導電膜によって FPC 191 の配線 191b と電氣的に接続されている。191a は FPC 191 の基板である。

## 【0047】

図 2 はアクティブマトリクス基板 100 の回路のブロック図である。映像信号制御回路 186 は、シフトレジスタ回路 501a、レベルシフタ回路 502a、バッファ回路 503a、サンプリング回路 504 を備えている。また、走査信号駆動回路 185 は、シフトレジスタ回路 501b、レベルシフタ回路 502b、バッファ回路 503b を備えている。

## 【0048】

シフトレジスタ回路 501a、501b は駆動電圧が 5～16V（代表的には

10V) であり、この回路を形成するCMOS回路はTFTは、図6に示すの第1のpチャネル型TFT200と第1のnチャネル型TFT201で形成する。また、レベルシフト回路502a、502bやバッファ回路503a、503bは駆動電圧が14~16Vと高くなるがシフトレジスタ回路と同様なTFTを用いれば良い。また、これらの回路において、ゲートをマルチゲート構造で形成すると耐圧が高まり、回路の信頼性を向上させる上で有効である。

## 【0049】

サンプリング回路504はアナログスイッチから成り、駆動電圧が14~16Vであるが、極性が交互に反転して駆動される上、オフ電流値を低減させる必要があるため、図6で示す第2のpチャネル型TFT202と第2のnチャネル型TFT203で形成することが望ましい。この回路において、pチャネル型TFT202のオフ電流値が問題となるときは、実施例2で示す工程で作製した、オフセット領域を設けたシングルドレイン構造のTFTで作製すると良い。

## 【0050】

また、画素部は駆動電圧が14~16Vであり、低消費電力化の観点からサンプリング回路よりもさらにオフ電流値を低減することが要求され、図6で示す画素TFT204のようにマルチゲート構造とし、さらにLDD領域を設けた構造とするのが望ましい。

## 【0051】

なお、画素部188と駆動回路185、186のブロック構成のみを示したが、後述するTFTの工程に従えば、その他にも信号分割回路、分周波回路、D/Aコンバータ、 $\gamma$ 補正回路、オペアンプ回路、さらにメモリ回路や演算処理回路などの信号処理回路187、さらに論理回路を同一基板上に形成することが可能である。このように、本発明は同一基板上に画素部とその駆動回路とを含む半導体装置、例えば信号制御回路および画素部を具備した液晶表示装置を実現することができる。

## 【0052】

以下、アクティブマトリクス基板の作製工程を説明する。図3~図7は画素部188、駆動回路の作製工程を示す断面図であり、図9~図11は接続配線18

3の端子部182の作製工程を示す図である。これら図面において同じ符号は同じ構成要素を示している。

#### 【0053】

基板101にはコーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板の他に、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルサルフォン（PES）など光学的異方性を有しないプラスチック基板を用いることができる。ガラス基板を用いる場合には、ガラス歪み点よりも10～20℃程度低い温度であらかじめ熱処理しておいても良い。そして、基板101のTFTを形成する表面に、基板101からの不純物拡散を防ぐために、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの下地膜102を形成する。例えば、プラズマCVD法で $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ から作製される酸化窒化シリコン膜102aを10～200nm（好ましくは50～100nm）、同様に $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ から作製される酸化窒化水素化シリコン膜102bを50～200nm（好ましくは100～150nm）の厚さに積層形成する（図3（A））。

#### 【0054】

酸化窒化シリコン膜は従来の平行平板型のプラズマCVD法を用いて形成する。酸化窒化シリコン膜102aは、 $\text{SiH}_4$ を10SCCM、 $\text{NH}_3$ を100SCCM、 $\text{N}_2\text{O}$ を20SCCMとして反応室に導入し、基板温度325℃、反応圧力40Pa、放電電力密度0.41W/cm<sup>2</sup>、放電周波数60MHzとした。一方、酸化窒化水素化シリコン膜102bは、 $\text{SiH}_4$ を5SCCM、 $\text{N}_2\text{O}$ を120SCCM、 $\text{H}_2$ を125SCCMとして反応室に導入し、基板温度400℃、反応圧力20Pa、放電電力密度0.41W/cm<sup>2</sup>、放電周波数60MHzとした。これらの膜は、基板温度を変化させ、反応ガスの切替えのみで連続して形成することもできる。

#### 【0055】

このようにして作製した酸化窒化シリコン膜102aは、密度が9.28×10<sup>22</sup>/cm<sup>3</sup>であり、フッ化水素アンモニウム（ $\text{NH}_4\text{HF}_2$ ）を7.13%とフッ化アンモニウム（ $\text{NH}_4\text{F}$ ）を15.4%含む混合溶液（ステラケミファ社製、商

品名 LAL500) の 20℃ におけるエッチング速度が約 63 nm/min と遅く、緻密で硬い膜である。このような膜を下地膜に用いると、この上に形成する半導体層にガラス基板からのアルカリ金属元素が拡散するのを防ぐのに有効である。

## 【0056】

次に、25～80 nm (好ましくは 30～60 nm) の厚さで非晶質構造を有する半導体層 103a を、プラズマ CVD 法やスパッタ法などの公知の方法で形成する。例えば、プラズマ CVD 法で非晶質シリコン膜を 55 nm の厚さに形成する。非晶質構造を有する半導体膜には、非晶質半導体膜や微結晶半導体膜があり、非晶質シリコンゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜を適用しても良い。また、下地膜 102 と非晶質半導体層 103a とは両者を連続形成することも可能である。例えば、前述のように酸化窒化シリコン膜 102a と酸化窒化水素化シリコン膜 102b をプラズマ CVD 法で連続して成膜後、反応ガスを  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2$  から  $\text{SiH}_4$  と  $\text{H}_2$  或いは  $\text{SiH}_4$  のみに切り替えれば、一旦大気雰囲気中に晒すことなく連続形成できる。その結果、酸化窒化水素化シリコン膜 102b の表面の汚染を防ぐことが可能となり、作製する TFT の特性バラツキやしきい値電圧の変動を低減させることができる。

## 【0057】

そして、結晶化の工程を行い非晶質半導体層 103a から結晶質半導体層 103b を作製する。その方法としてレーザーアニール法や熱アニール法 (固相成長法)、またはラピットサーマルアニール法 (RTA 法) を適用することができる。前述のようなガラス基板や耐熱性の劣るプラスチック基板を用いる場合には、特にレーザーアニール法を適用することが好ましい。RTA 法では、赤外線ランプ、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプなどを光源に用いる。或いは特開平 7-130652 号公報で開示された技術に従って、触媒元素を用いる結晶化法で結晶質半導体層 103b を形成することもできる。結晶化の工程ではまず、非晶質半導体層が含有する水素を放出させておくことが好ましく、400～500℃ で 1 時間程度の熱処理を行い含有する水素量を 5 atom% 以下にしてから結晶化させると膜表面の荒れを防ぐことができるので良い。

## 【0058】

結晶化をレーザーアニール法にて行う場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザーやアルゴンレーザーをその光源とする。パルス発振型のエキシマレーザーを用いる場合には、レーザー光を線状に加工してレーザーアニールを行う。レーザーアニール条件は実施者が適宜選択するものであるが、例えば、レーザーパルス発振周波数 30 Hz とし、レーザーエネルギー密度を 100 ~ 500 mJ/cm<sup>2</sup> (代表的には 300 ~ 400 mJ/cm<sup>2</sup>) とする。そして線状ビームを基板全面に渡って照射し、この時の線状ビームの重ね合わせ率 (オーバーラップ率) を 80 ~ 98 % として行う。このようにして図 3 (B) に示すように結晶質半導体層 103b を得ることができる。

## 【0059】

そして、結晶質半導体層 103b 上にフォトリソグラフィの技術によって、フォトマスク PM1 を用いてレジストパターンを形成し、ドライエッチングによって結晶質半導体層を島状に分割し、島状半導体層 104 ~ 108 を形成しする。ドライエッチングには CF<sub>4</sub> と O<sub>2</sub> の混合ガスを用いる。

## 【0060】

島状半導体層に対し、TFT のしきい値電圧 (V<sub>th</sub>) を制御する目的で p 型を付与する不純物元素を  $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> 程度の濃度で島状半導体層の全面に添加しても良い。半導体に対して p 型を付与する不純物元素には、ホウ素 (B)、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga) など周期律表第 13 族の元素が知られている。その方法として、イオン注入法やイオンドープ法を用いることができるが、大面積基板を処理するにはイオンドープ法が適している。イオンドープ法ではジボラン (B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) をソースガスとして用いホウ素 (B) を添加する。このような不純物元素の注入は必ずしも必要でなく省略しても差し支えないが、特に n チャネル型 TFT のしきい値電圧を所定の範囲内に収めるために好適に用いる手法である。

## 【0061】

ゲート絶縁膜 109 はプラズマ CVD 法またはスパッタ法を用い、膜厚を 40 ~ 150 nm としてシリコンを含む絶縁膜で形成する。例えば、120 nm の厚さで酸化窒化シリコン膜から形成すると良い。また、SiH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O に O<sub>2</sub> を添

加させて作製された酸化窒化シリコン膜は、膜中の固定電荷密度が低減されているのでこの用途に対して好ましい材料となる。勿論、ゲート絶縁膜はこのような酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い（図 3（C））。

#### 【0062】

図 3（D）に示すように、ゲート絶縁膜 109 上にゲート配線を形成するための導電層を形成する。導電層は単層で形成しても良いが、必要に応じて二層あるいは三層といった複数の層から成る積層構造としても良い。例えば、2 層の場合には、上層に、タンタル（Ta）、チタン（Ti）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）等の元素を主成分とする金属膜やこれら元素の合金膜（代表的には Mo-W 合金膜、Mo-Ta 合金膜）で形成し、下層は窒化タンタル（Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub>）、窒化タングステン（WN）、窒化チタン（TiN）膜、窒化モリブデン（Mo<sub>3</sub>N<sub>7</sub>）などで形成する。例えば、2 層の場合、上層に下層の導電膜の窒化物で形成すればよく、下層／上層として WN 膜／W 膜や、Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub> 膜／Ta 膜等とすればよい。また、3 層の場合は、Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub> 膜／Ta 膜／Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub> 膜とすればよい。2 層目の（上層の）導電膜は抵抗率を  $10 \sim 50 \mu\Omega\text{cm}$  の範囲ですることが好ましい。低抵抗化を図るために含有する不純物濃度を低減させることが好ましく、特に酸素濃度に関しては 30 ppm 以下とすると良かった。例えば、タングステン（W）は酸素濃度を 30 ppm 以下とすることで  $20 \mu\Omega\text{cm}$  以下の比抵抗値を実現することができた。

#### 【0063】

また、配線抵抗の低抵抗化には、アルミニウムを主成分とする膜を用いるのが好ましい。この場合、アルミニウムに Si や Sc 等を微量添加して耐熱性を高めるとよい。例えば、ゲート配線を構成する導電膜として、Ti 膜／Sc を添加した Al 膜や、Ti 膜／TiN 膜／Sc を添加した Al 膜を形成すればよい。

#### 【0064】

W 膜を成膜する場合には、W をターゲットとしたスパッタ法で、アルゴン（Ar）ガスと窒素（N<sub>2</sub>）ガスを導入して導電膜 111 を窒化タングステン（WN）で 50 nm の厚さに形成し、導電膜 110 を W で 250 nm の厚さに形成する。そ

の他の方法として、W膜は6フッ化タングステン ( $WF_6$ ) を用いて熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W膜の抵抗率は  $20 \mu\Omega\text{cm}$  以下にすることが望ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。このことより、スパッタ法による場合、純度99.9999%のWターゲットを用い、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率  $9 \sim 20 \mu\Omega\text{cm}$  を実現することができる。

## 【0065】

TaN膜、Ta膜は同様にスパッタ法で形成することが可能である。TaN膜はTaをターゲットとしてスパッタガスにArと窒素との混合ガスを用いて形成し、Ta膜はスパッタガスにArを用いる。また、これらのスパッタガス中に適量のXeやKrを加えておくと、形成する膜の内部応力を緩和して膜の剥離を防止することができる。 $\alpha$ 相のTa膜の抵抗率は  $20 \mu\Omega\text{cm}$  程度でありゲート電極に使用することができるが、 $\beta$ 相のTa膜の抵抗率は  $180 \mu\Omega\text{cm}$  程度でありゲート電極とするには不向きであった。TaN膜は $\alpha$ 相に近い結晶構造を持つので、この上にTa膜を形成すれば $\alpha$ 相のTa膜が容易に得られた。本実施例では、ゲート配線を交際する導電膜として、下層の導電膜110としてTaN膜を上層の導電膜111としてTa膜を成膜する。

## 【0066】

またゲート配線を構成する導電膜とゲート絶縁膜109の間に  $2 \sim 20 \text{nm}$  程度の厚さでリン(P)をドーブしたシリコン膜を形成しておくことは有効である。これにより、その上に形成される導電膜の密着性向上と酸化防止を図ると同時に、導電膜が微量に含有するアルカリ金属元素がゲート絶縁膜109に拡散するのを防ぐことができる。

## 【0067】

次に、フォトリソグラフィーの技術によって、フォトマスクPM2を用いてレジストマスクRM1～RM6を形成し、導電膜110と導電膜111とを一括でエッチングしてゲート配線118～122と容量配線123を形成する。ゲート配線

118~122と容量配線123は導電膜から成る118a~122aと、導電膜から成る118b~122bとが一体として形成されている(図4(A))。

【0068】

そして、nチャネル型TFTにLDD領域を形成するために、n型を付与する不純物元素添加の工程(n<sup>-</sup>ドーピング工程)を行った。ここではゲート配線118~122をマスクとして自己整合的にn型を付与する不純物元素をイオンドーピング法で添加した。n型を付与する不純物元素として添加するリン(P)の濃度は $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度範囲で添加する。このようにして、図4(B)に示すように島状半導体層に低濃度n型不純物領域124~129を形成する。

【0069】

次に、nチャネル型TFTにおいて、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度n型不純物領域の形成を行った(n<sup>+</sup>ドーピング工程)。まず、フォトリソマスクPM3を用い、レジストのマスクRM7~RM13を形成し、n型を付与する不純物元素を添加して高濃度n型不純物領域130~135を形成した。n型を付与する不純物元素にはリン(P)を用い、その濃度が $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度範囲となるようにフォスフィン(PH<sub>3</sub>)を用いたイオンドーピング法を行った(図4(C))。

【0070】

そして、pチャネル型TFTを形成する島状半導体層104、106にソース領域およびドレイン領域とする高濃度p型不純物領域136、137を形成する。ここでは、ゲート配線118、120をマスクとしてp型を付与する不純物元素を添加し、自己整合的に高濃度p型不純物領域を形成する。

【0071】

この工程では、nチャネル型TFTを形成する島状半導体膜105、107、108は、フォトリソマスクPM4を用いてレジストマスクRM13~RM15を形成し全面を被覆しておく。高濃度p型不純物領域136、137はジボラン(B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)を用いたイオンドーピング法で形成する。この領域のボロン(B)濃度は $3 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ となるようにする(図4(D))。



## 【0072】

高濃度 p 型不純物領域 136、137 には、前工程においてリン (P) が添加されていて、高濃度 p 型不純物領域 136a、137a には  $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$  の濃度で、高濃度 p 型不純物領域 136b、137b には  $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$  の濃度で含有しているが、この工程で添加するボロン (B) の濃度を 1.5 から 3 倍となるようにすることにより、p チャネル型 TFT のソース領域およびドレイン領域として機能する上で何ら問題はなかった。

## 【0073】

その後、図 5 (A) に示すように、ゲート配線およびゲート絶縁膜 109 上から保護絶縁膜 138 を形成する。保護絶縁膜 138 は酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、またはこれらを組み合わせた積層膜で形成すれば良い。いずれにしても保護絶縁膜 138 は無機絶縁物材料から形成する。保護絶縁膜 138 の膜厚は 100 ~ 200 nm とする。ここで、酸化シリコン膜を用いる場合には、プラズマ CVD 法で、オルトケイ酸テトラエチル (Tetraethyl Orthosilicate: TEOS) と  $\text{O}_2$  とを混合し、反応圧力 40 Pa、基板温度 300 ~ 400 °C とし、高周波 (13.56 MHz) 電力密度 0.5 ~ 0.8 W/cm<sup>2</sup> で放電させて形成することができる。

## 【0074】

酸化窒化シリコン膜を用いる場合には、プラズマ CVD 法で  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$  から作製される酸化窒化シリコン膜、または  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  から作製される酸化窒化シリコン膜で形成すれば良い。この場合の作製条件は反応圧力 20 ~ 200 Pa、基板温度 300 ~ 400 °C とし、高周波 (60 MHz) 電力密度 0.1 ~ 1.0 W/cm<sup>2</sup> で形成することができる。また、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2$  から作製される酸化窒化水素化シリコン膜を適用しても良い。窒化シリコン膜も同様にプラズマ CVD 法で  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$  から作製することが可能である。

## 【0075】

その後、それぞれの濃度で添加された n 型または p 型を付与する不純物元素を活性化する工程を行う。この工程はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法で行う。その他に、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法 (

RTA法)を適用することができる。熱アニール法では酸素濃度が1ppm以下、好ましくは0.1ppm以下の窒素雰囲気中で400~700℃、代表的には500~600℃で行うものであり、本実施例では550℃で4時間の熱処理を行った。また、基板101に耐熱温度が低いプラスチック基板を用いる場合には、レーザーアニール法を適用することが好ましい(図5(B))。

#### 【0076】

活性化の工程の後、さらに、3~100%の水素を含む雰囲気中で、300~450℃で1~12時間の熱処理を行い、島状半導体膜を水素化する工程を行った。この工程は熱的に励起された水素により島状半導体膜にある $10^{16} \sim 10^{18} / \text{cm}^3$ のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化(プラズマにより励起された水素を用いる)を行っても良い。

#### 【0077】

活性化および水素化の工程が終了したら、有機絶縁物材料からなる層間絶縁膜139を1.0~2.0 $\mu\text{m}$ の平均厚を有して形成する。有機樹脂材料としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB(ベンゾシクロブテン)等を使用することができる。例えば、基板に塗布後、熱重合するタイプのポリイミドを用いる場合には、クリーンオープンで300℃で焼成して形成する。また、アクリルを用いる場合には、2液性のものを用い、主材と硬化剤を混合した後、スピナーを用いて基板全面に塗布した後、ホットプレートで80℃で60秒の予備加熱を行い、さらにクリーンオープンで250℃で60分焼成して形成することができる。(図5(C))

#### 【0078】

このように、層間絶縁膜139を有機絶縁物材料で形成することにより、表面を良好に平坦化させることができる。また、有機樹脂材料は一般に誘電率が低いので、寄生容量を低減することができる。しかし、吸湿性があり保護膜としては適さないので、本実施例のように、保護絶縁膜138として形成した酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜などと組み合わせて用いる必要がある。

#### 【0079】

その後、フォトマスクPM5を用い、所定のパターンのレジストマスクを形成

し、それぞれの島状半導体膜に形成されたソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールを絶縁膜 138、139 に形成する。更に、端子部 182 の絶縁膜 138、139 を除去する。コンタクトホールの形成はドライエッチング法により行う。この場合、エッチングガスに  $\text{CF}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{He}$  の混合ガスを用い、有機樹脂材料から成る層間絶縁膜をまずエッチングし、その後、続いてエッチングガスを  $\text{CF}_4$ 、 $\text{O}_2$  として保護絶縁膜 138 をエッチングする。さらに、島状半導体層との選択比を高めるために、エッチングガスを  $\text{CHF}_3$  に切り替えてゲート絶縁膜をエッチングすることにより、良好にコンタクトホールを形成することができる。

## 【0080】

そして、ソース／ドレイン配線及び接続配線 183 を形成する金属膜 140 と透明導電膜 141 の積層膜を形成する。ここでは、金属膜 140 として  $\text{Ti}$  膜を 50～150 nm の厚さで形成し、島状半導体層のソースまたはドレイン領域を形成する半導体膜とコンタクトを形成し、その  $\text{Ti}$  膜上に重ねてアルミニウム ( $\text{Al}$ ) を 300～400 nm の厚さでスパッタ法で形成する。また、金属膜 140 として、 $\text{Ti}$  膜/ $\text{TiN}$  膜/ $\text{Al}$  膜でなる積層膜を成膜してもよい。

## 【0081】

透明導電膜の材料は、酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) や酸化インジウム酸化スズ合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$ ;  $\text{ITO}$ ) などをスパッタ法や真空蒸着法などを用いて形成して用いることができる。このような材料のエッチング処理は塩酸系の溶液により行う。しかし、特に  $\text{ITO}$  のエッチングは残渣が発生しやすいので、エッチング加工性を改善するために酸化インジウム酸化亜鉛合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$ ) を用いても良い。酸化インジウム酸化亜鉛合金は表面平滑性に優れ、 $\text{ITO}$  に対して熱安定性にも優れているので、ドレイン配線 169 の端面で接触する  $\text{Al}$  との腐蝕反応を防止できる。同様に、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ ) も適した材料であり、さらに可視光の透過率や導電率を高めるためにガリウム ( $\text{Ga}$ ) を添加した酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}:\text{Ga}$ ) などを用いることができる。本実施例では透明導電膜 141 として酸化インジウム酸化亜鉛合金を形成する。(図 6 (A))

## 【0082】

図9に図6(A)に対応する接続配線183の端子部182部分の構造を示す。(A)は配線の長尺方向に垂直な断面に対応し、(B)は長尺方向に沿った断面図に対応し、TFTとの構造と積層関係が明らかになるようにした。(C)は上面図である。図10、図11も同様である。

#### 【0083】

フォトマスクPM6によりレジストマスクパターンを形成し、エッチングによってソース配線148～152とドレイン配線153～158を形成する。及び、図10に示すように接続配線183を形成する。ここで、ドレイン配線157は画素電極として機能するものである。(図6(B)、図10)。

#### 【0084】

この状態で水素化処理を行うとTFTの特性向上に対して好ましい結果が得られた。例えば、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～450℃で1～12時間の熱処理を行うと良く、あるいはプラズマ水素化法を用いても同様の効果が得られた。また、このような熱処理により保護絶縁膜138や、下地膜102に存在する水素を島状半導体膜104～108に拡散させ水素化をすることもできる。いずれにしても、島状半導体膜104～108中の欠陥密度を $10^{16}/\text{cm}^3$ 以下とすることが望ましく、そのために水素を0.01～0.1 atomic%程度付与すれば良かった。

#### 【0085】

こうして6枚のフォトマスクにより、同一の基板上に、駆動回路のTFTと画素部の画素TFTとを有した基板を完成させることができる。駆動回路には第1のpチャネル型TFT200、第1のnチャネル型TFT201、第2のpチャネル型TFT202、第2のnチャネル型TFT203、画素部には画素TFT204、保持容量205が形成されている。本明細書では便宜上このような基板をアクティブマトリクス基板と呼ぶ。

#### 【0086】

駆動回路の第1のpチャネル型TFT200には、島状半導体膜104にチャネル形成領域206、高濃度p型不純物領域から成るソース領域207a、207b、ドレイン領域208a、208bを有したシングルドレインの構造を有し

ている。

【0087】

第1のnチャネル型TFT201の島状半導体膜105には、チャネル形成領域209、ゲート電極119と重ならないLDD領域210、ソース領域212、ドレイン領域211が形成されている。LDD領域210のチャネル長方向の長さは1.0~4.0 $\mu$ m、好ましくは2.0~3.0 $\mu$ mとした。nチャネル型TFTにおけるLDD領域の長さをこのようにすることにより、ドレイン領域近傍に発生する高電界を緩和して、ホットキャリアの発生を防ぎ、TFTの劣化を防止することができる。

【0088】

サンプリング回路の第2のpチャネル型TFT202の島状半導体膜106には、チャネル形成領域213、高濃度p型不純物領域から成るソース領域214a、214b、ドレイン領域215a、215bが掲載され、シングルドレインの構造となっている。

【0089】

第2のnチャネル型TFT203には、島状半導体膜107にチャネル形成領域216、LDD領域217、218、ソース領域220、ドレイン領域219が形成されている。LDD領域217、218の長さは1.0~4.0 $\mu$ mとする。

【0090】

画素TFT204には、島状半導体膜108にチャネル形成領域221、222、LDD領域223~225、ソースまたはドレイン領域226~228を有している。LDD領域のチャネル長方向の長さは0.5~4.0 $\mu$ m、好ましくは1.5~2.5 $\mu$ mである。更に画素TFT204には保持容量が接続されている。保持容量205は、ゲート絶縁膜209を誘電体にし、容量配線123と画素TFT204のドレイン領域228に接続する半導体層229を電極にする。図6(B)では画素TFT204をダブルゲート構造としたが、シングルゲート構造でも良いし、複数のゲート電極を設けたマルチゲート構造としても差し支えない。

## 【0091】

図13は画素部のほぼ一面素分を示す上面図である。図中に示すA-A'断面が図6(B)に示す画素部の断面図に対応している。画素TFT204は、ゲート配線を兼ねるゲート電極122は、図示されていないゲート絶縁膜を介してその下の島状半導体層108と交差している。図示はしていないが、島状半導体層には、ソース領域、ドレイン領域、LDD領域が形成されている。また、256はソース配線152とソース領域226とのコンタクト部、257はドレイン配線157とドレイン領域228とのコンタクト部である。保持容量205は、画素TFT204のドレイン領域228から延在する半導体層229とゲート絶縁膜を介して容量配線123が重なる領域で形成されている。この構成において半導体層229には、価電子制御を目的とした不純物元素は添加されていない。

## 【0092】

以上の様な構成は、画素TFTおよび駆動回路が要求する仕様に応じて各回路を構成するTFTの構造を最適化し、半導体装置の動作性能と信頼性を向上させることを可能としている。さらにゲート電極を耐熱性を有する導電性材料で形成することによりLDD領域やソース領域およびドレイン領域の活性化を容易としている。

## 【0093】

更に本実施例では、図7に示すように、上述した工程を経たアクティブマトリクス基板から柱状スペーサ172を形成する。同時に、柱状スペーサ172の作製工程と同時に、接続配線183の端子部182の側面を保護する保護膜173を形成する。柱状スペーサ172の材料に限定はないが、例えば、JSR社製のNN700を用い、スピナーで塗布した後、露光と現像処理によって所定のパターンに形成する。さらにクリーンオープンなどで150～200℃で加熱して硬化させる。

## 【0094】

このようにして作製されるスペーサは露光と現像処理の条件によって形状を異ならせることができるが、好ましくは、図14で示すように、柱状スペーサ173の形状は柱状で頂部が平坦な形状となるようにすると、対向側の基板を合わせ

たときに液晶表示パネルとしての機械的な強度を確保することができる。形状は円錐状、角錐状など特別の限定はないが、例えば円錐状としたときに具体的には、高さHを1.2～5  $\mu\text{m}$ とし、平均半径L1を5～7  $\mu\text{m}$ 、平均半径L1と底部の半径L2との比を1対1.5とする。このとき側面のテーパ角は $\pm 15^\circ$ 以下とする。

## 【0095】

スペーサの配置は任意に決定すれば良いが、好ましくは、図7に示すように、画素部188においてはドレイン配線157（画素電極）のコンタクト部251と重ねてその部分を覆うように柱状スペーサ173を形成すると良い。コンタクト部251は平坦性が損なわれこの部分では液晶がうまく配向しなくなるので、このようにしてコンタクト部251にスペーサ用の樹脂を充填する形で柱状スペーサ173を形成することで、ディスクリネーションなどを防止することができる。

## 【0096】

図11に示すように、柱状スペーサ172の作製過程での側面を保護する保護膜173が形成される。保護膜173は端子部182において、透明導電膜141の表面だけを露出するように形成される。保護膜173の形状は露光と現像処理の条件によって決定できる。この構成により、接続配線183の端子部182において、を構成する金属膜140は保護膜173、ゲート絶縁膜109、及び透明導電膜141接して、覆われるため、外気に曝されることがない。

## 【0097】

その後、アクティブマトリクス基板100の表面に配向膜174を形成する。端子部182には配向膜173は形成されない。通常液晶表示素子の配向膜にはポリイミド樹脂が用いられる。配向膜を形成した後、ラビング処理を施して液晶分子がある一定のプレチルト角を持って配向するようにした。画素部に設けた柱状スペーサ172の端部からラビング方向に対してラビングされない領域が2  $\mu\text{m}$ 以下となるようにした。また、ラビング処理では静電気の発生がしばしば問題となるが、駆動回路のTF T上にもスペーサ172を形成しておく、スペーサとしての本来の役割と、静電気からTF Tを保護する効果を得ることができる。

【0098】

以上により、基板間隔を保持する柱状スペーサ172が基板101と一体化したアクティブマトリクス基板が完成する。なお、配向膜173を形成した後、柱状スペーサ172を形成した構成とすることもできる。(図7、図11)

【0099】

アクティブマトリクス基板と対になる対向基板には、図8に示すように、基板251上に遮光膜252、図示しないカラーフィルター、透明導電膜253および配向膜254が形成されている。遮光膜252はTi、Cr、Alなどを150～300nmの厚さで形成する。

【0100】

そして、図8に示すように画素部と駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とをシール剤179で貼り合わせる。シール剤179にはフィラーが混入されていて、このフィラーと柱状スペーサ172によって均一な間隔を持って2枚の基板が貼り合わせられる。そして、基板の隙間に液晶材料260を注入し、封止剤(図示せず)によって完全に封止して、液晶パネルが完成する。

【0101】

更に、アクティブマトリクス基板100を回路と映像信号を入力するための回路や、電力を供給するための電源等に接続するため、図16に示すように、端子部182において、接続配線183とFPC191を異方性導電膜195によって電氣的に接続する。図8(A)は端子部182の配線の長尺方向と垂直な面の断面図であり、図8(B)は長尺方向に沿った断面である。

【0102】

図8に示すように異方性導電膜195は接着剤195a内に金やクロムなどでメッキされた数十～数百 $\mu$ m粒子195bにより構成され、この粒子304が接続配線183とFPCの配線191bとに接触することにより、アクティブマトリクス基板100とFPC191電氣的に接続することができるが形成される。FPC191は基板101との接着強度を高めるために、外端子部182の外側にはみだしており、端部には樹脂層192が設けられ、機械的強度を高めている



【0103】

## [実施例2]

実施例1では、接続配線183をTFTのソース／ドレイン配線と同じ作製工程で作製したが、本実施例では、図15を用いて、ゲート配線と同じ工程で接続配線183を作製する場合を説明する。TFTの作製工程は実施例1を用いる。図15において、図3～図8と同じ符号は同じ構成要素をさす。

【0104】

まず、実施例1の作製工程に従って、図9(C)の工程までを行う。次に、ゲート配線を構成する導電膜301と透明導電膜302の積層膜を成膜する。導電膜301は実施例1述べたゲート配線を構成する導電膜110や111の材料を用いればよい。また透明導電膜302としては、TFTのソース／ドレイン配線の表面に形成された透明導電膜141と同じ材料を用いることができる。ここでは、導電膜301として、WN膜／W膜の積層膜をスパッタ法で成膜し、透明導電膜としてITO膜を成膜する(図15(A))。

【0105】

そして、図4(A)に示すようにレジストマスクを形成し、導電膜301と透明導電膜302をエッチングして、TFTのゲート配線及び図15(B)に示すように接続配線303を形成する。Wを主成分とする材料で形成されている場合には、高速でかつ精度良くエッチングを実施するために高密度プラズマを用いたドライエッチング法を適用することが望ましい。

【0106】

高密度プラズマを得る手法の一つとして、誘導結合プラズマ(Inductively Coupled Plasma: ICP)エッチング装置を用いると良い。ICPエッチング装置を用いたWのエッチング法は、エッチングガスに $\text{CF}_4$ と $\text{Cl}_2$ の2種のガスを反応室に導入し、圧力0.5～1.5Pa(好ましくは1Pa)とし、誘導結合部に200～1000Wの高周波(13.56MHz)電力を印加する。この時、基板が置かれたステージには20Wの高周波電力が印加され、自己バイアスで負電位に帯電することにより、正イオンが加速されて異方性のエッチングを行うこ

とができる。ICPエッチング装置を使用することにより、Wなどの硬い金属膜も2～5nm/秒のエッチング速度を得ることができる。また、残渣を残すことなくエッチングするためには、10～20%程度の割合でエッチング時間を増しオーバーエッチングをすると良い。

【0107】

しかし、この時に下地とのエッチングの選択比に注意する必要がある。例えば、W膜に対する酸化窒化シリコン膜（ゲート絶縁膜109）の選択比は2.5～3であるので、このようなオーバーエッチング処理により、酸化窒化シリコン膜が露出した面は20～50nm程度エッチングされて実質的に薄くなる。

【0108】

そして、実施例1で説明したようにTFTの半導体層にリン、ボロンを添加し、図5（A）に示すように保護絶縁膜138を形成し、半導体層に添加したリン、ボロンを活性化する（図15（C））。

【0109】

そして、図5（C）に示すように層間絶縁膜139を形成する。層間絶縁膜139は上述したようなシリコン系の無機絶縁膜でもよいし、アクリル等の有機樹脂膜でもよい（図15（D））。

【0110】

次に、図6に示すように、保護絶縁膜138に層間絶縁膜139に島状半導体膜に形成されたソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールを形成すると同時に、接続配線303の端子部において、端子部の側面を覆う保護膜304を形成する（図15（E））。

【0111】

以降の工程は実施例1と同様に実施して、アクティブマトリクス基板100を完成する。そして、アクティブマトリクス基板100と対向基板250をシール剤179によって貼り合わせ液晶材料260を封入し、接続配線303とFPC191を異方性導電膜195によって電氣的に接続する（図7（F））。

【0112】

本実施例では、保護膜304によって、接続配線303の導電膜301の側面

を覆っているため、導電膜 301 は保護膜 304、ゲート絶縁膜 109、透明導電膜 302 でくるまれた構造となり、外気に曝されることがない。

### 【0113】

〔実施例 3〕 本実施例は実施例 1 の変形例であり、ゲート配線の断面形状がテーパー状になるようにしたものであり、また、接続配線をゲート配線と同じ作製工程で作製するようにした例である。図 17～図 19 を用いて本実施例のアクティブマトリクス基板の作製工程を説明する。ここでは、画素部の画素 TFT および保持容量と、画素部の周辺に設けられる駆動回路の TFT を同時に作製する方法について工程に従って詳細に説明する。図 21 に接続配線の作製工程を示す。

### 【0114】

図 17 (A) において、ガラス基板 601 表面に、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜から成る下地膜 602 を形成する。本実施例では、プラズマ CVD 法で  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  から成膜される酸化窒化シリコン膜を 10～200 nm し、酸化窒化シリコン膜表面に  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  から成膜される酸化窒化水素化シリコン膜 602b を 50～200 nm (好ましくは 100～150 nm) の厚さに積層形成する。

### 【0115】

次に、プラズマ CVD 法で非晶質シリコン膜を 55 nm の厚さに形成し、実施例 1 と同様に結晶化して、結晶質シリコン膜を形成する。そしてフォトマスク PM11 を用いて、フォトリソグラフィの技術により、結晶質シリコン膜上にレジストパターンを形成し、ドライエッチングによって結晶質半導体層を島状に分割し、島状半導体層 604～608 を形成する。結晶質シリコン膜のドライエッチングには  $\text{CF}_4$  と  $\text{O}_2$  の混合ガスを用いる。次に、ゲート絶縁膜 609 はプラズマ CVD 法で 120 nm の厚さで酸化窒化シリコン膜から形成する。

### 【0116】

そして、ゲート絶縁膜 609 上にゲート配線を形成するために金属膜 611、612 と透明導電膜 613 の積層膜を耐熱性導電層を形成する。金属膜 611 を WN 膜で、金属膜 612 を W 膜で形成し、透明導電膜 613 に酸化インジウム酸化亜鉛合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{—ZnO}$ ) を成膜する (図 17 (A)、図 21 (A))

【0117】

第2のフォトマスクPM12を用い、フォトリソグラフィーの技術を使用してレジストマスクRM21～RM27を形成し、透明導電膜613をエッチングして、ゲート配線618～622と容量配線623、接続配線683の最上層618a～623a、683aを形成する。(図17(B)、図21(B))

【0118】

透明導電膜でなる最上層618a～623a、683aの側面は図18(B)、図21(B)に示すように、レジストマスクRM21～RM27よりも後退するようにエッチングされる。次に、

金属膜611、613を一括でエッチングして、テーパ状の断面を有するゲート配線618～622、容量配線623及び接続配線683が完成する。(図17(C)、図21(C))

【0119】

配線618～623、683は、透明導電膜613でなる層618a～623a、683aと、金属膜612でなる層618b～623b、683bと、金属膜611でなる層618c～623c、683cが積層された構造となる。

【0120】

このとき少なくともゲート配線618～622の端部にテーパ部が形成されるようにエッチングする。このエッチング加工はICPエッチング装置により行う。エッチングガスに $CF_4$ と $Cl_2$ の混合ガスを用いその流量をそれぞれ30SCCMとして、放電電力 $3.2W/cm^2$ (13.56MHz)、バイアス電力 $224mW/cm^2$ (13.56MHz)、圧力1.0Paでエッチングを行った。このようなエッチング条件によって、ゲート配線618～622の端部において、該端部から内側にむかって徐々に厚さが増加するテーパ部が形成され、その角度は $25 \sim 35^\circ$ 、好ましくは $30^\circ$ となる。テーパ部の角度は、後にLDD領域を形成する低濃度n型不純物領域の濃度勾配に大きく影響する。尚、テーパ部の角度 $\theta_1$ は、テーパ部の長さ(WG)とテーパ部の厚さ(HG)を用いて $\tan(\theta_1) = HG/WG$ で表される。

【0121】

また、残渣を残すことなくエッチングするためには、10～20%程度の割合でエッチング時のオーバーエッチングを施すものとする。しかし、この時に下地とのエッチングの選択比に注意する必要がある。例えば、W膜に対する酸化窒化シリコン膜（ゲート絶縁膜609）の選択比は表1で示したように2～4（代表的には3）であるので、このようなオーバーエッチング処理により、酸化窒化シリコン膜が露出した面は20～50nm程度エッチングされて実質的に薄くなり、新たな形状のゲート絶縁膜610が形成された。

【0122】

そして、画素TFTおよび駆動回路のnチャネル型TFTのLDD領域を形成するために、n型を付与する不純物元素添加の工程（n<sup>-</sup>ドーピング工程）を行う。ゲート電極の形成に用いたレジストマスク112～117をそのまま残し、端部にテーパー部を有するゲート配線618～622をマスクとして自己整合的にn型を付与する不純物元素としてリンをイオンドーピング法で添加する（図18（A））。

【0123】

ここでは、n型を付与する不純物元素を配線618～623のテーパー部とゲート絶縁膜610とを通して、その下に位置する半導体層に達するように添加するために、加速電圧を高く80～160keVとし、LDD領域を形成するためにドーズ量を低く、 $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ とする。半導体層に添加される不純物の濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度範囲で添加する。このようにして、図18（A）に示すように島状半導体層に低濃度n型不純物領域624～629を形成する。

【0124】

この工程において、低濃度n型不純物領域624～628において、少なくともゲート配線618～622に重なった部分に含まれるリン（P）の濃度勾配は、ゲート配線618～622のテーパー部の膜厚変化を反映する。即ち、低濃度n型不純物領域624～628へ添加されるリン（P）の濃度は、ゲート配線に重なる領域において、ゲート配線の側面に向かって徐々に濃度が高くなる。これ

はテーパー部の膜厚の差によって、半導体層に達するリン (P) の濃度が変化するためである。尚、図 18 (A) では低濃度 n 型不純物領域 624~629 を斜めに図示しているが、これはリン (P) が添加された領域を直接的に示しているのではなく、上述のようにリンの濃度変化がゲート配線 618~622 のテーパー部の形状に沿って変化していることを表している。

【0125】

次に、nチャネル型 TFT において、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度 n 型不純物領域の形成を行った ( $n^+$ ドーピング工程)。レジストマスク RM21~RM26 を残し、今度はゲート配線 618~622 がリン (P) を遮蔽するマスクとなるように、イオンドーピング法において 10~30 keV の低加速電圧の条件で添加する。このようにして高濃度 n 型不純物領域 630~635 を形成する。これら領域 630~635 を覆うゲート絶縁膜 610 は、ゲート配線の形成工程においてオーバーエッチングされたため、当初の膜厚である 120 nm から薄くなり、70~100 nm となっている。そのためこのような低加速電圧の条件でも良好にリン (P) を添加することができる。そして、これら領域 630~635 リン (P) の濃度は  $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$  の濃度範囲となるようにする (図 18 (B))。

【0126】

そして、pチャネル型 TFT を形成する島状半導体層 604、606 にソース領域およびドレイン領域とする高濃度 p 型不純物領域 636、637 を形成する。ここでは、ゲート配線 618、120 をマスクとして p 型を付与する不純物元素を添加し、自己整合的に高濃度 p 型不純物領域 636、637 を形成する。このとき、nチャネル型 TFT を形成する島状半導体膜 605、107、108 は、第 3 のフォトリソマスク PM23 を用いてレジストマスク RM29~RM31 を形成し全面を被覆しておく (図 18 (C))。

【0127】

ここで形成される不純物領域 636、637 はジボラン ( $B_2H_6$ ) を用いたイオンドーピング法で形成する。そして、ゲート配線と重ならない高濃度 p 型不純物領域のボロン (B) 濃度が  $3 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$  となるようにする。

また、ゲート配線と重なる不純物領域にもゲート絶縁膜とゲート電極のテーパー部を介して不純物元素が添加されるので、実質的に低濃度 p 型不純物領域として形成され、少なくとも  $1.5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$  以上の濃度とし、ボロン (B) の濃度を図 18 (A) の工程で添加されたリン (P) 濃度の 1.5 から 3 倍となるようにすることにより、p チャネル型 TFT のソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題はな生じない。

## 【0128】

その後、図 19 (A)、図 21 (D) に示すように、酸化窒化シリコンでなる保護絶縁膜 638 を形成する。酸化窒化シリコン膜はプラズマ CVD 法で  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$  から成膜する。その後、それぞれの濃度で添加された n 型または p 型を付与する不純物元素を活性化する工程を行う。この工程はファーンズアニール炉を用いる熱アニール法で行う。活性化の工程に続いて、雰囲気ガスを変化させ、3~100% の水素を含む雰囲気中で、300~450℃ で 1~12 時間の熱処理を行い、島状半導体膜を水素化する工程を行う。この工程は熱的に励起された水素により島状半導体膜にある  $10^{16} \sim 10^{18} / \text{cm}^3$  のダングリングボンドを終端する工程である。

## 【0129】

活性化および水素化の工程が終了したら、有機絶縁物材料からなる層間絶縁膜 639 を 1.0~2.0  $\mu\text{m}$  の平均厚を有して形成する (図 19 (B)、図)。

## 【0130】

その後、第 4 のフォトマスク PM24 を用い、所定のパターンのレジストマスクを形成し、それぞれの島状半導体膜に形成されたソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホール及び、図 21 (E) に示すように接続配線 683 の側面を覆う保護膜 673 を形成する。

## 【0131】

この工程はドライエッチング法により行う。この場合、エッチングガスに  $\text{CF}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{He}$  の混合ガスを用い有機樹脂材料から成る層間絶縁膜 639 をまずエッチングし、その後、続いてエッチングガスを  $\text{CF}_4$ 、 $\text{O}_2$  として保護絶縁膜 638 をエッチングする。さらに、島状半導体層との選択比を高めるために、エッチ

ングガスを $\text{CHF}_3$ に切り替えてゲート絶縁膜610をエッチングすることにより、良好にコンタクトホールを形成することができる。

#### 【0132】

図21(E)に示すように、保護膜673によって接続配線683の側面を覆うことにより、接続配線683の金属膜でなる層683a、683bは透明導電膜でなる層683aとゲート絶縁膜610と保護膜673に接した状態で囲まれるため、外気に曝されることがない。

#### 【0133】

そして、Ti膜(50~150nm)/Al膜(300~400nm)の積層膜でなる金属膜と、金属膜表面に透明導電膜を80~120nmの厚さで形成し、形成図19(C)に示すように、金属膜をスパッタ法や真空蒸着法で形成し、第5のフォトリソマスクPM25によりレジストマスクパターンを形成し、金属膜と透明導電膜をエッチングして、ソース配線648~652とドレイン配線653~657を形成する。ここで、ドレイン配線657は画素電極として機能するものである。ドレイン配線658は隣の画素に属する画素電極を表している。

#### 【0134】

駆動回路の第1のpチャネル型TFT700には、島状半導体膜604にチャネル形成領域706、高濃度p型不純物領域から成るソース領域707、ドレイン領域708が形成されている。領域707、608において、ゲート電極と重なる領域はボロン濃度が低いLDD領域となっている。

#### 【0135】

第1のnチャネル型TFT701には、島状半導体膜605にチャネル形成領域709、低濃度n型不純物領域で形成されゲート配線と重なるLDD領域、710、711、高濃度n型不純物領域で形成するソース領域713、ドレイン領域712を有している。

#### 【0136】

このLDD領域におけるリン(P)の濃度分布はチャネル形成領域709から遠ざかるにつれて増加する。この増加の割合は、イオンドープにおける加速電圧やドーズ量などの条件、テーパーの角度 $\theta_1$ やゲート配線619の厚さによって



異なってくる。このように、ゲート電極の端部をテーパ形状として、そのテーパ部を通して不純物元素を添加することにより、テーパ部の下に存在する半導体層中に、徐々に前記不純物元素の濃度が変化するような不純物領域を形成することができる。本発明はこのような不純物領域を積極的に活用する。nチャネル型TFTにおいてこのようなLDD領域を形成することにより、ドレイン領域近傍に発生する高電界を緩和して、ホットキャリアの発生を防ぎ、TFTの劣化を防止することができる。

## 【0137】

駆動回路の第2のpチャネル型TFT702はTFT700と同様に、島状半導体膜606にチャネル形成領域714、高濃度p型不純物領域で形成されるソース領域715、ドレイン領域716を有し、領域715、716とゲート配線と重なった領域はボロン濃度が低いp型のLDD領域となっている。

## 【0138】

第2のnチャネル型TFT703には、島状半導体膜607にチャネル形成領域717、ゲート電極621と重なるLDD領域718、719、高濃度n型不純物領域で形成するソース領域721、ドレイン領域722を有している。LDD領域718、719は、LDD領域711、712と同じ構成とする。

## 【0139】

画素TFT704には、島状半導体膜608にチャネル形成領域723、724、低濃度n型不純物領域で形成するLDD領域725～728、高濃度n型不純物領域で形成するソースまたはドレイン領域729～731を有している。LDD領域725～728は、LDD領域711、712と同じ構成とする。

## 【0140】

さらに、保持容量705においては、半導体層608にチャネル形成領域732と、LDD領域733、734、n型の高濃度不純物領域735が改正され、ゲート絶縁膜610を誘電体に、容量配線623と、半導体層608を電極にする。

## 【0141】

そして、実施例1と同様に、第6のフォトリソマスクを用いて、基板間隔を保持す

る柱状スペーサ 672 を形成し、配向膜 674 を形成しラビングする。そして、実施例 1 と同様に、対向基板 250 とアクティブマトリクス基板 700 をシール剤 686 と貼り合わせ、基板の隙間に液晶材料 260 を封入する。対向基板 250 の構成は図 8 と同様である。

【0142】

更に、図 21 (F) に示すように、接続配線 683 の端子部において、接着剤 195a に導電粒 195b が分散された異方性導電膜 195 によって、FPC 191 を電氣的に接続する。FPC 191 において、191a はポリイミド等である基板であり、191b は銅等でなる配線である。

【0143】

実施例 1～3 ではトップゲート型 TFT を示したが、ボトムゲート型 TFT に置き換えることは当業者であれば容易である。また、これら実施例では、アクティブマトリクス基板について説明したが、これら実施例の接続配線の構造は他の半導体装置にも適用できることはいうまでもない。実施例 2、3 のように接続配線の保護膜を TFT の層間絶縁膜で形成する場合には、アクティブマトリクス型の EL 装置など TFT である回路を有する半導体装置に適用可能である。

【0144】

[実施例 4]

本発明を実施して作製されたアクティブマトリクス基板および液晶表示装置並びに EL 型表示装置は様々な電気光学装置に用いることができる。そして、そのような電気光学装置を表示媒体として組み込んだ電子機器全てに本発明を適用することができる。電子機器としては、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、電子書籍など）、ナビゲーションシステムなどが上げられる。それらの一例を図 22 に示す。

【0145】

図 22 (A) はパーソナルコンピュータであり、マイクロプロセッサやメモリなどを備えた本体 2001、画像入力部 2002、表示装置 2003、キーボード 2004 で構成される。本発明は表示装置 2003 やその他の信号処理回路

を形成することができる。

【0146】

図22(B)はビデオカメラであり、本体2101、表示装置2102、音声入力部2103、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106で構成される。本発明は表示装置2102やその他の信号制御回路に適用することができる。

【0147】

図22(C)は携帯情報端末であり、本体2201、画像入力部2202、受像部2203、操作スイッチ2204、表示装置2205で構成される。本発明は表示装置2205やその他の信号制御回路に適用することができる。

【0148】

このような携帯型情報端末は、屋内はもとより屋外で使用されることも多い。長時間の使用を可能とするためにはバックライト使用せず、外光を利用する反射型の液晶表示装置が低消費電力型として適しているが、周囲が暗い場合にはバックライトを設けた透過型の液晶表示装置が適している。このような背景から反射型と透過型の両方の特徴を兼ね備えたハイブリット型の液晶表示装置が開発されているが、本発明はこのようなハイブリット型の液晶表示装置にも適用できる。

【0149】

図23に実施例1の液晶パネルを携帯型情報端末に適用した例を示す。表示装置2205はタッチパネル3002、液晶表示装置3003、LEDバックライト3004により構成されている。タッチパネル3002は携帯型情報端末の操作を簡便にするために設けている。タッチパネル3002の構成は、一端にLEDなどの発光素子3100を、他の一端にフォトダイオードなどの受光素子3200が設けられ、その両者の間に光路が形成されている。このタッチパネル3002を押して光路を遮ると受光素子3200の出力が変化するので、この原理を用いて発光素子と受光素子を液晶表示装置上でマトリクス状に配置させることにより、入力媒体として機能させることができる。

【0150】

図22(D)はテレビゲームまたはビデオゲームなどの電子遊技機器であり、

CPU等の電子回路2308、記録媒体2304などが搭載された本体2301、コントローラ2305、表示装置2303、本体2301に組み込まれた表示装置2302で構成される。表示装置2303と本体2301に組み込まれた表示装置2302とは、同じ情報を表示しても良いし、前者を主表示装置とし、後者を副表示装置として記録媒体2304の情報を表示したり、機器の動作状態を表示したり、或いはタッチセンサーの機能を付加して操作盤とすることもできる。また、本体2301とコントローラ2305と表示装置2303とは、相互に信号を伝達するために有線通信としても良いし、センサ部2306、2307を設けて無線通信または光通信としても良い。本発明は、表示装置2302、2303に適用することができる。表示装置2303は従来のCRTを用いることもできる。

【0151】

図22(D)はプログラムを記録した記録媒体(以下、記録媒体と呼ぶ)を用いるプレーヤーであり、本体2401、表示装置2402、スピーカー部2403、記録媒体2404、操作スイッチ2405で構成される。尚、記録媒体にはDVD(Digital Versatile Disc)やコンパクトディスク(CD)などを用い、音楽プログラムの再生や映像表示、ビデオゲーム(またはテレビゲーム)やインターネットを介した情報表示などを行うことができる。本発明は表示装置2402やその他の信号制御回路に好適に利用することができる。

【0152】

図22(E)はデジタルカメラであり、本体2501、表示装置2502、接眼部2503、操作スイッチ2504、受像部(図示しない)で構成される。本発明は表示装置2502やその他の信号制御回路に適用することができる。

【0153】

図24(A)はフロント型プロジェクターであり、光源光学系および表示装置2601、スクリーン2602で構成される。本発明は表示装置やその他の信号制御回路に適用することができる。図24(B)はリア型プロジェクターであり、本体2701、光源光学系および表示装置2702、ミラー2703、スクリーン2704で構成される。本発明は表示装置やその他の信号制御回路に適用す

ることができる。

【0154】

なお、図24（C）に、図24（A）および図24（B）における光源光学系および表示装置2601、2702の構造の一例を示す。光源光学系および表示装置2601、2702は光源光学系2801、ミラー2802、2804～2806、ダイクロイックミラー2803、ビームスプリッター2807、液晶表示装置2808、位相差板2809、投射光学系2810で構成される。投射光学系2810は複数の光学レンズで構成される。

【0155】

図24（C）では液晶表示装置2808を三つ使用する三板式の例を示したが、このような方式に限定されず、単板式の光学系で構成しても良い。また、図24（C）中で矢印で示した光路には適宜光学レンズや偏光機能を有するフィルムや位相を調節するためのフィルムや、IRフィルムなどを設けても良い。また、図24（D）は図24（C）における光源光学系2801の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系2801はリフレクター2811、光源2812、レンズアレイ2813、2814、偏光変換素子2815、集光レンズ2816で構成される。尚、図24（D）に示した光源光学系は一例であって図示した構成に限定されるものではない。

【0156】

また、ここでは図示しなかったが、本発明はその他にも、ナビゲーションシステムやイメージセンサの読み取り回路などに適用することも可能である。このように本願発明の適用範囲はきわめて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

【0157】

【発明の効果】

本発明を用いることで、異方性導電膜によって他の回路と接続される接続配線において、金属膜を保護膜及び透明導電膜で覆う構造となるため、製造過程や、異方性導電膜の接着剤との接触によって生ずる金属膜の腐食、変質を防ぐことができるため、信頼性の高いコンタクト構造とすることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 アクティブマトリクス基板の構成を説明する上面図。
- 【図 2】 液晶表示装置の回路構成を説明するブロック図。
- 【図 3】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 4】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 5】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 6】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 7】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 8】 液晶パネルの断面図。
- 【図 9】 接続配線の端子部の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 0】 接続配線の端子部の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 1】 接続配線の端子部の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 2】 接続配線の端子部と異方性導電膜のコンタクト構造を示す断面図。
- 【図 1 3】 画素部の 1 画素の上面図。
- 【図 1 4】 柱状スペーサの形状を説明する図
- 【図 1 5】 接続配線の端子部の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 6】 接続配線の端子部と異方性導電膜のコンタクト構造を示す断面図。
- 【図 1 7】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 8】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 9】 アクティブマトリクス基板の作製工程を示す断面図。
- 【図 2 0】 液晶パネルの断面図。
- 【図 2 1】 接続配線の端子部の作製工程を示す断面図。
- 【図 2 2】 半導体装置の一例を示す図。
- 【図 2 3】 半導体装置の一例を示す図。
- 【図 2 4】 投影型液晶表示装置の構成を示す図。
- 【図 2 5】 I C P エッチング装置のプラズマ生成機構を示す図。
- 【図 2 6】 マルチスパイラルコイル方式の I C P エッチング装置を示す図。
- 【図 2 7】 テーパー角  $\theta$  のバイアスパワー依存性を示す図。
- 【図 2 8】 テーパー角  $\theta$  と  $C F_4$  の流量比依存性を示す図。

【図 29】 テーパー角  $\theta$  と (W/レジスト) 選択比依存性を示す図。

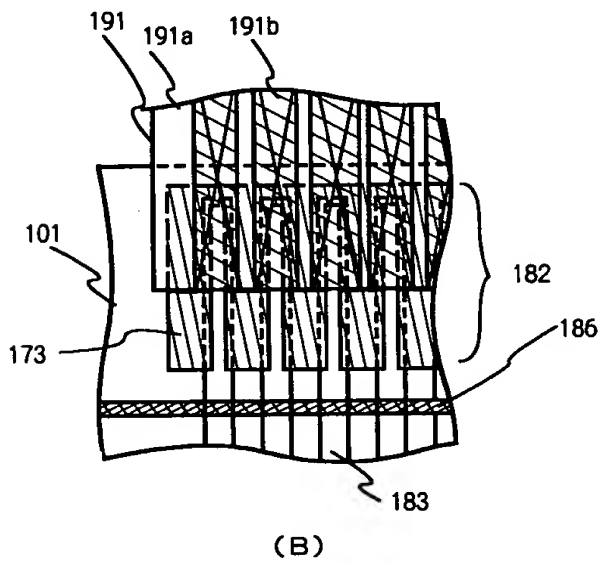
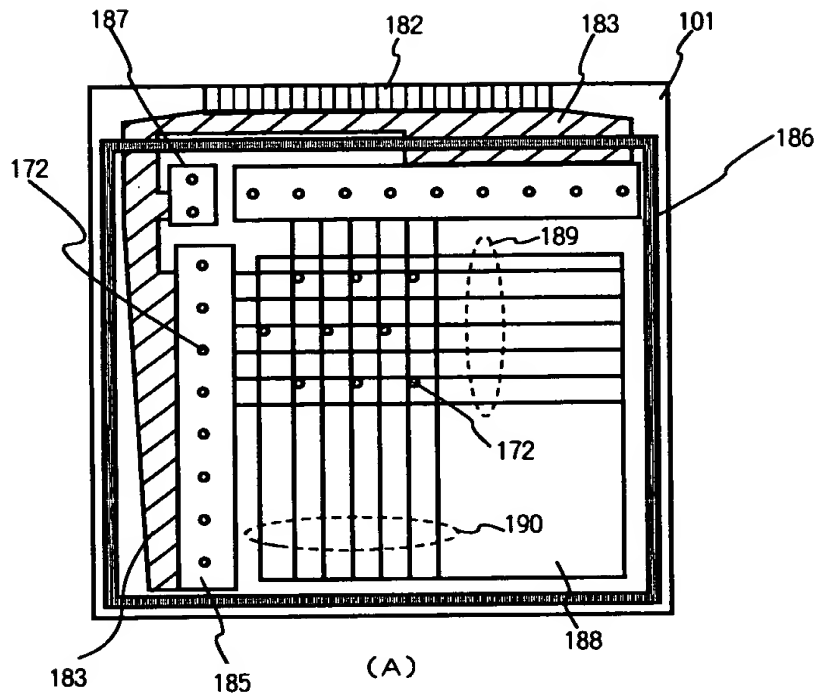
【図 30】 従来のアクティブマトリクス基板の端子部と異方性導電膜のコンタクト構造を示す図。

【符号の説明】

- 101 基板
- 172 柱状スペーサ
- 173 保護膜
- 182 端子部
- 183 接続配線
- 186 シール剤
- 191 FPC

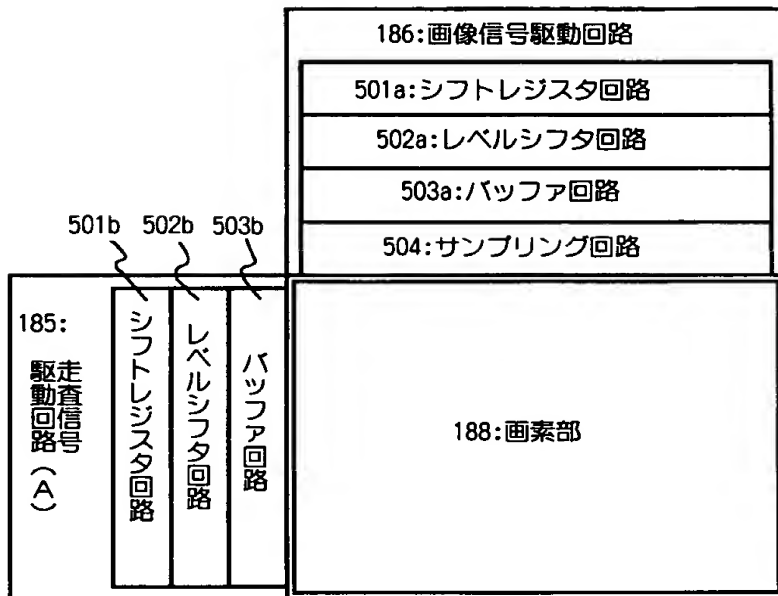
【書類名】 図面

【図 1】

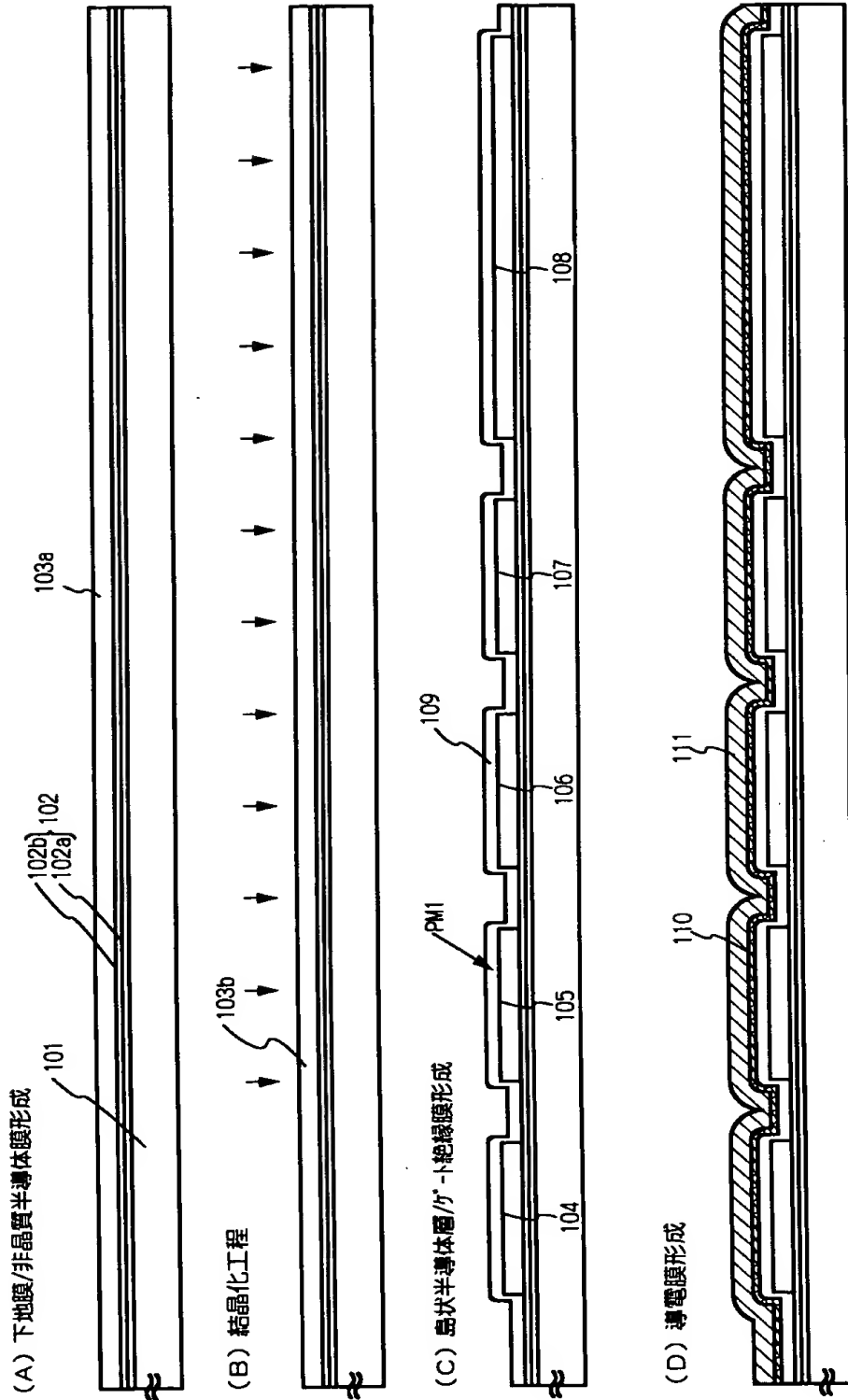




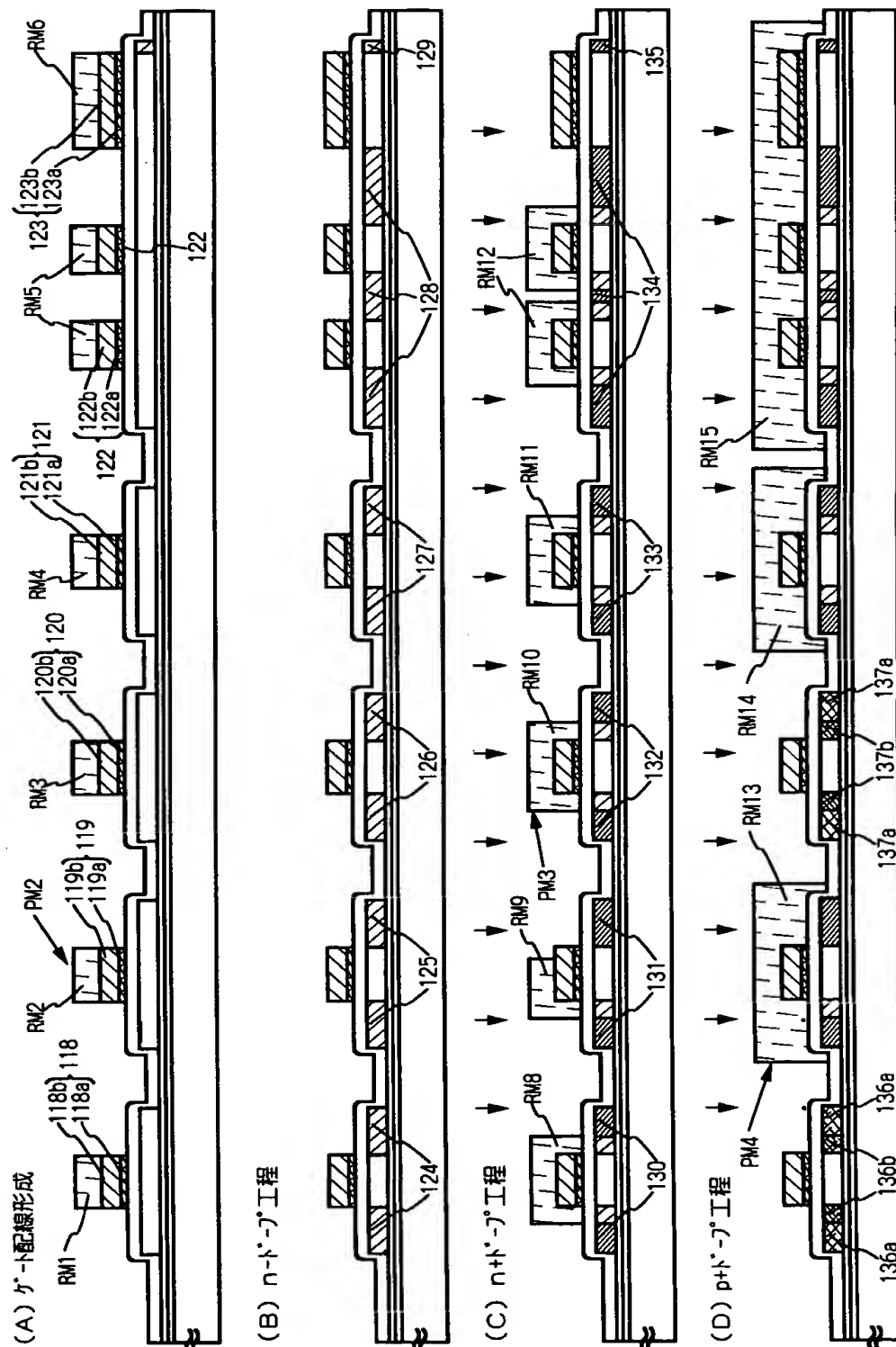
【図 2】



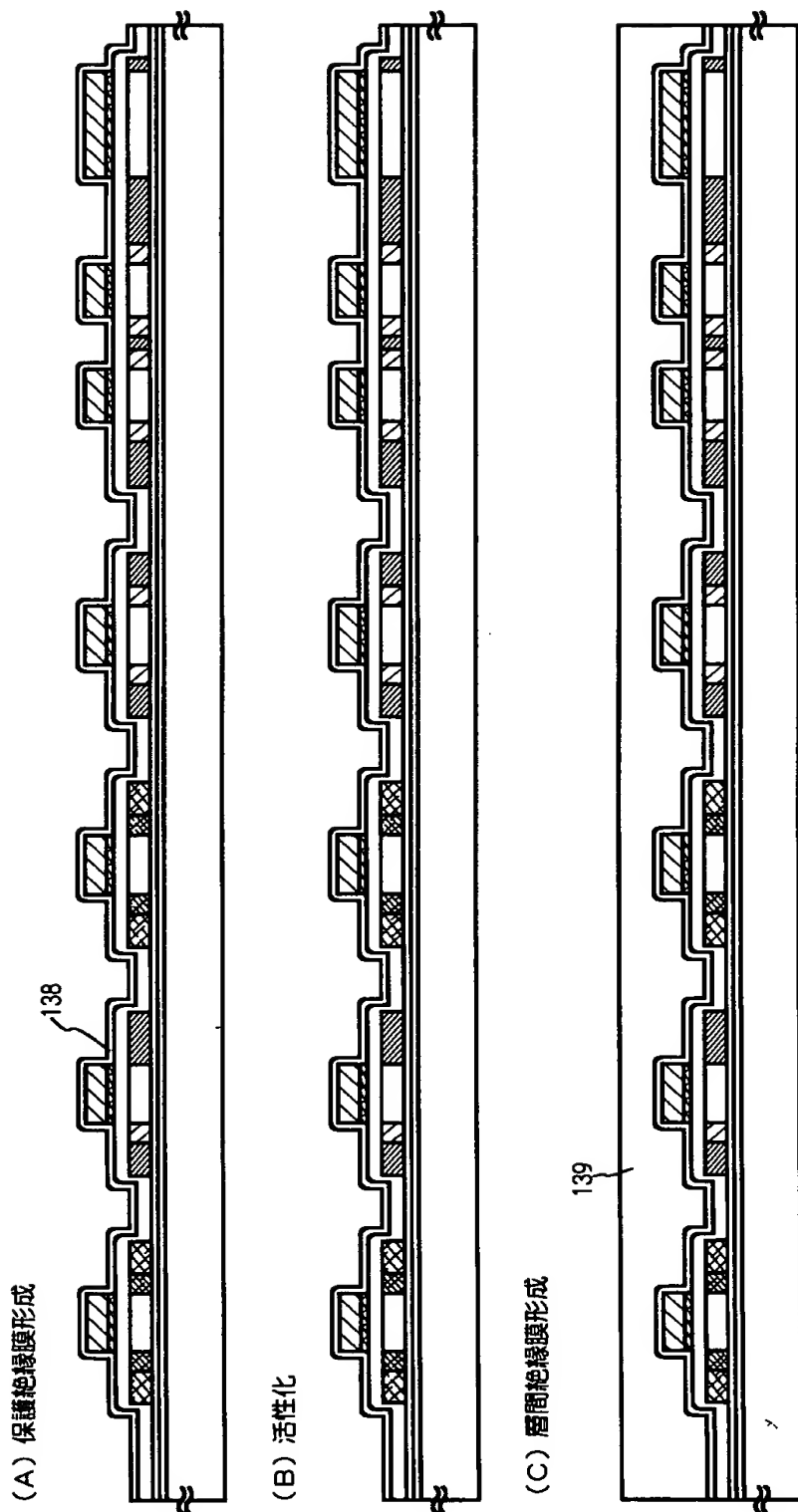
【図 3】



【図 4】

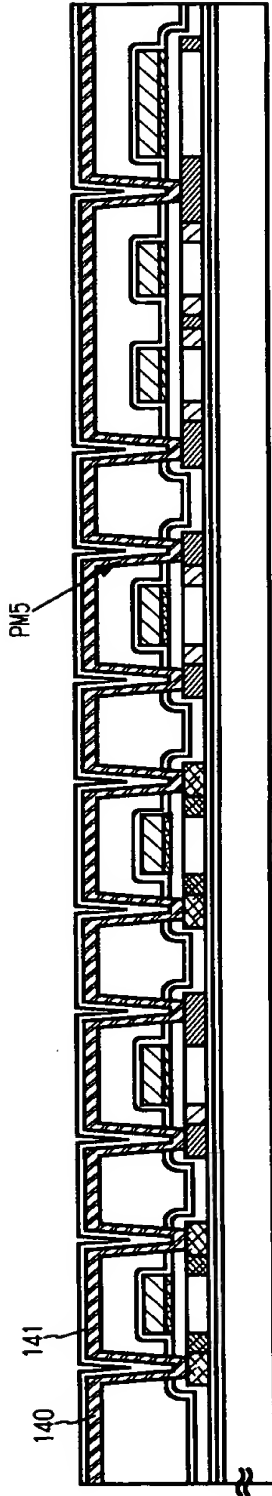


【図 5】

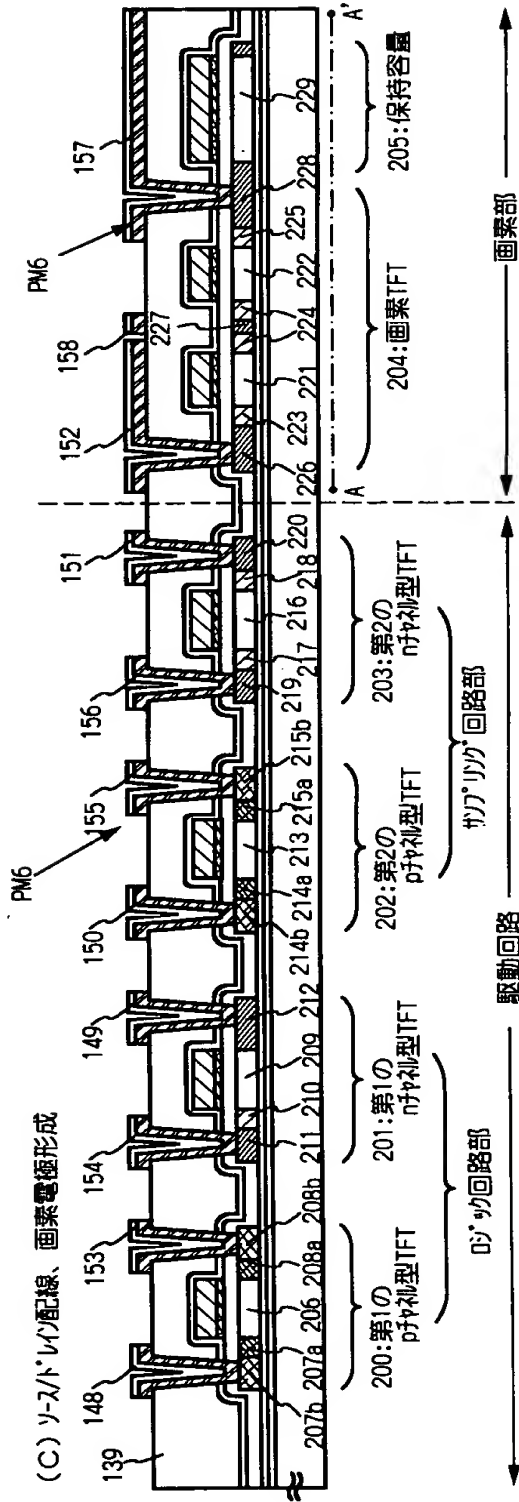


【図 6】

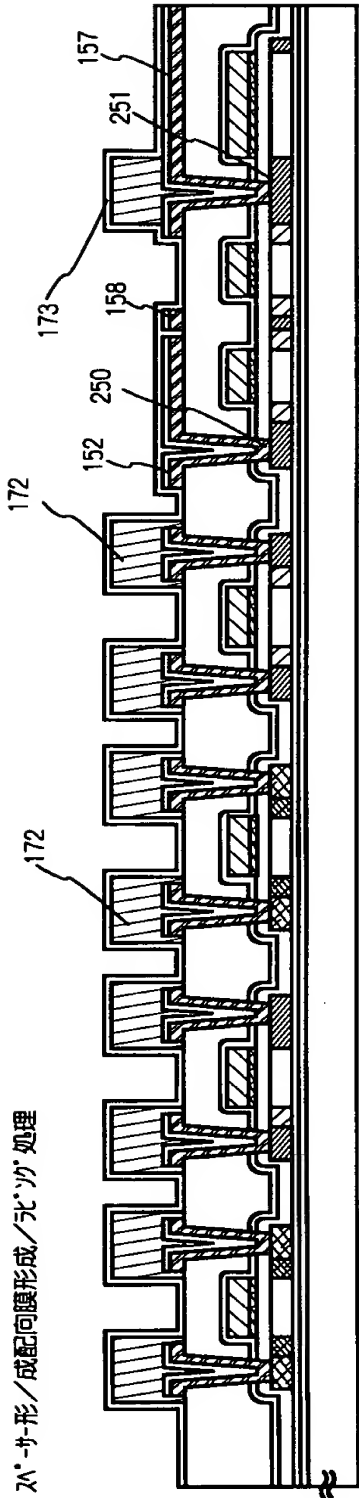
(A) コシタ開孔/金属膜、透明導電膜成膜



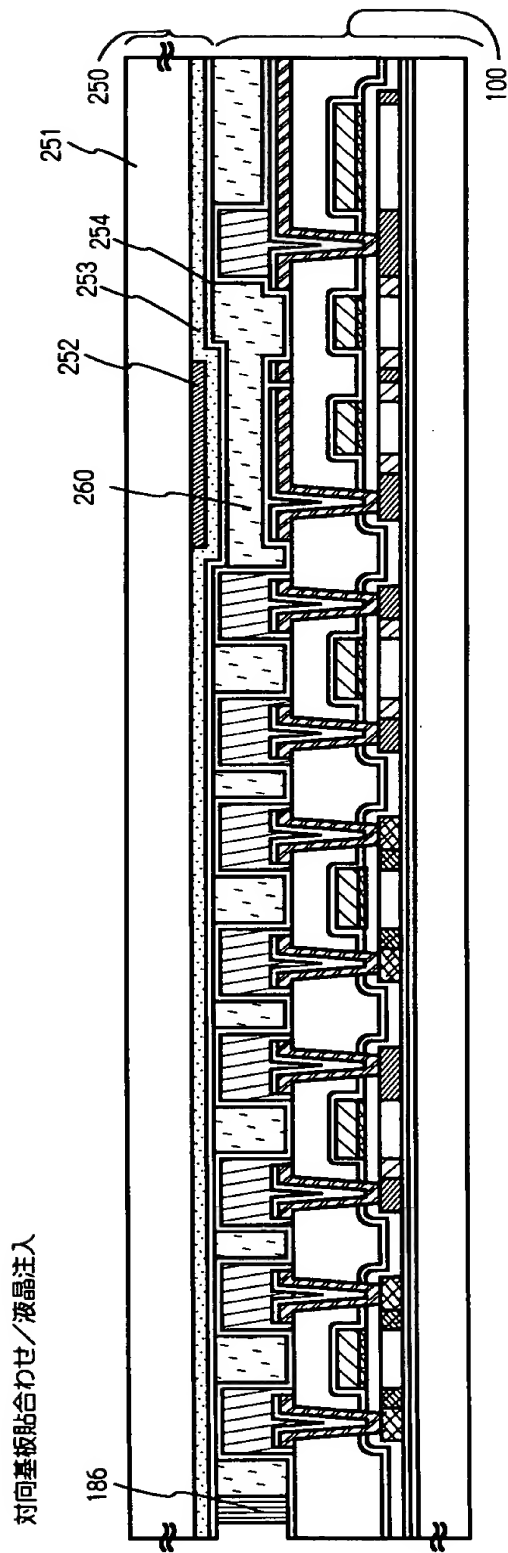
(C) ソース/ドレイン配線、画素電極形成



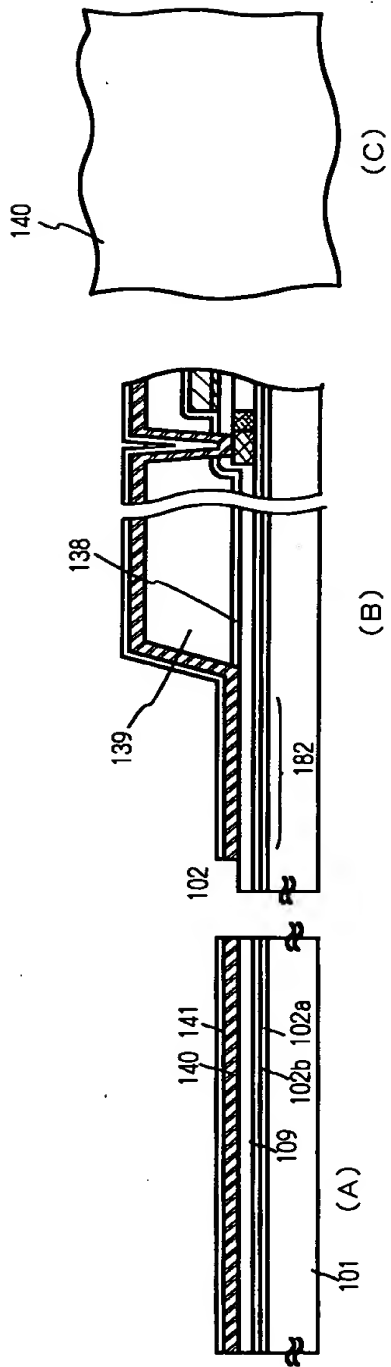
【図 7】



【図 8】

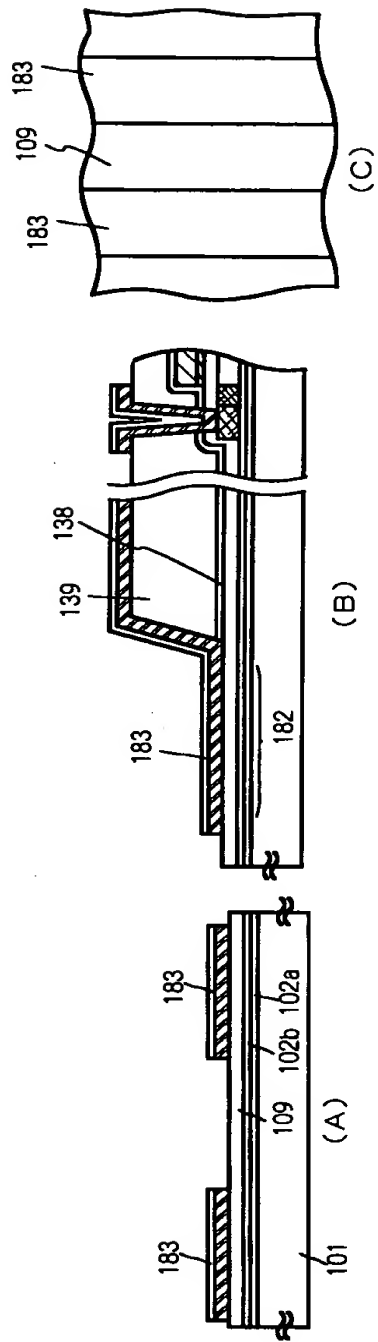


【図 9】

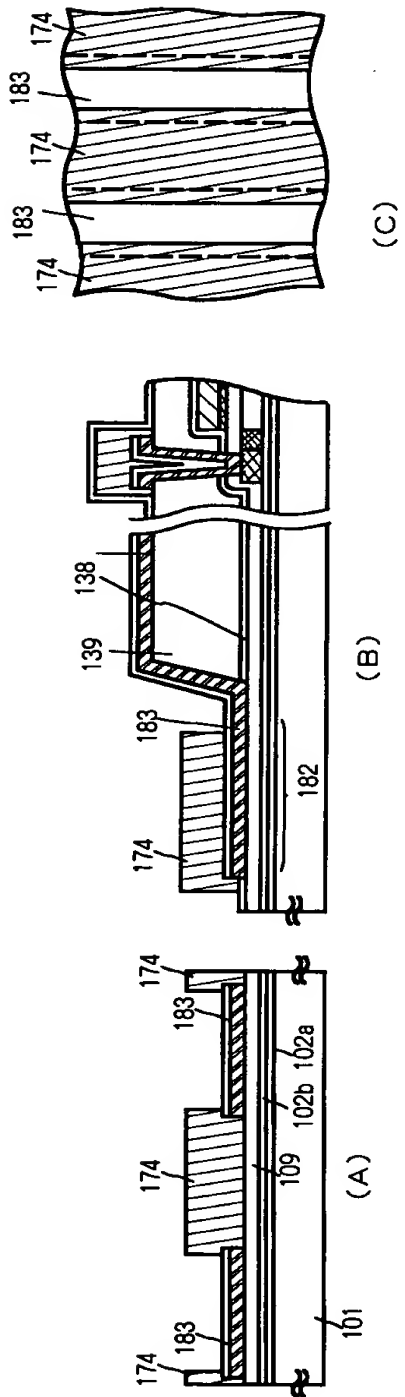




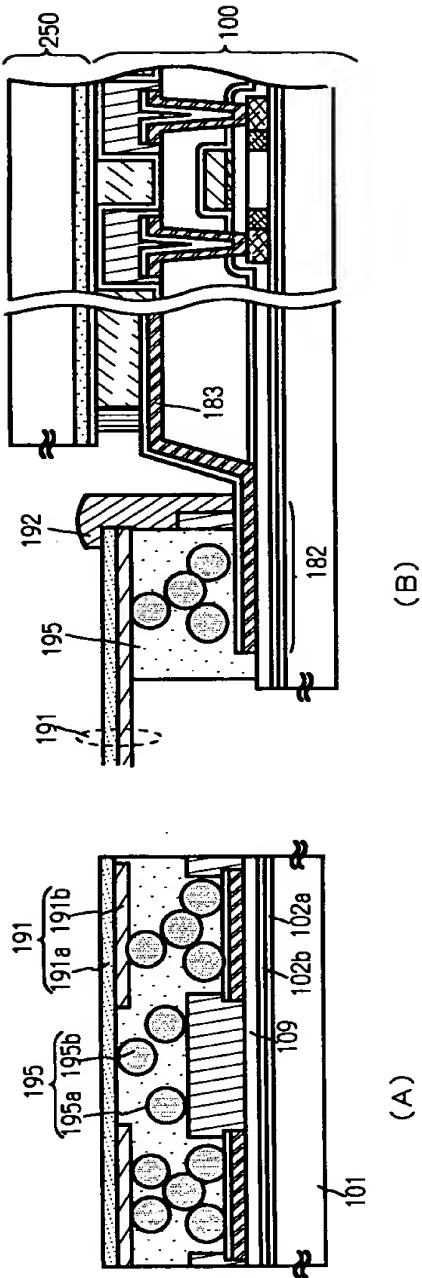
【図 10】



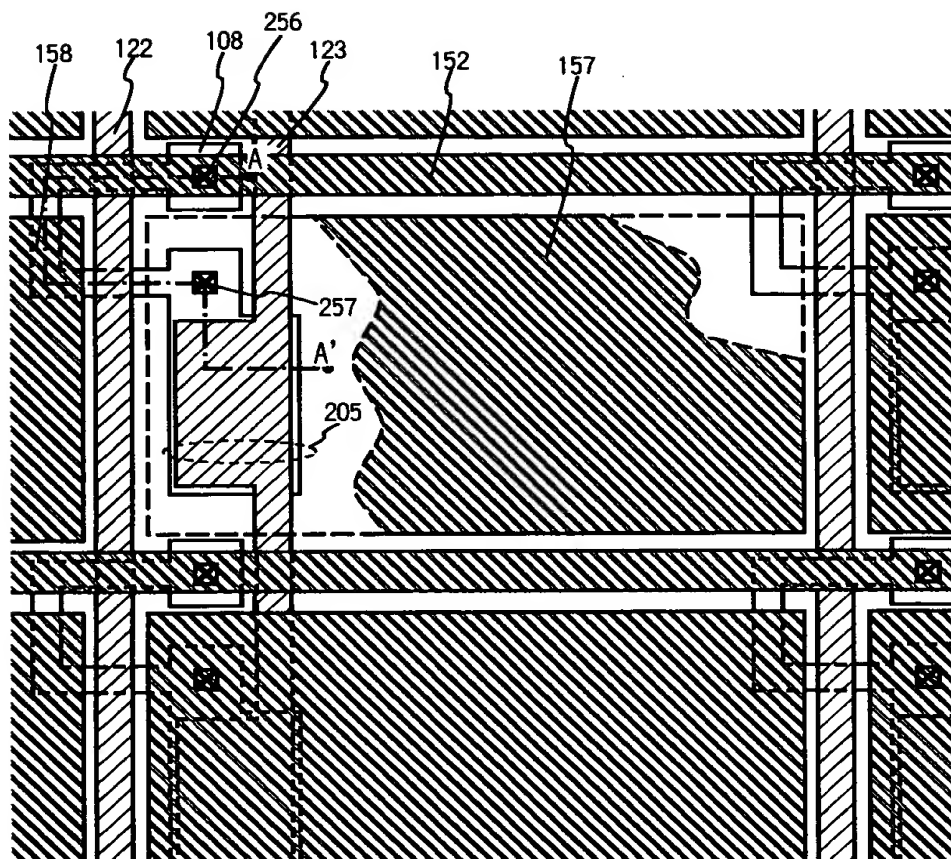
【図 1 1】



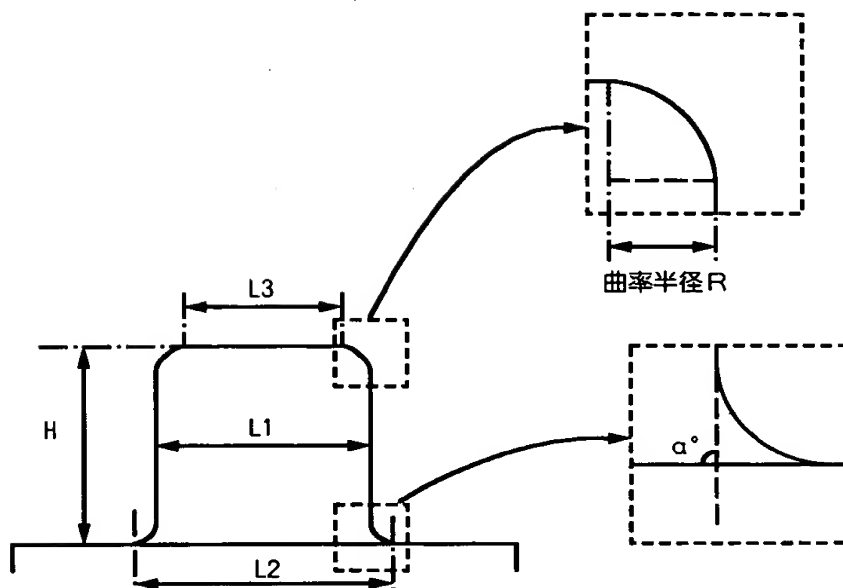
【図 1 2】



【図 13】

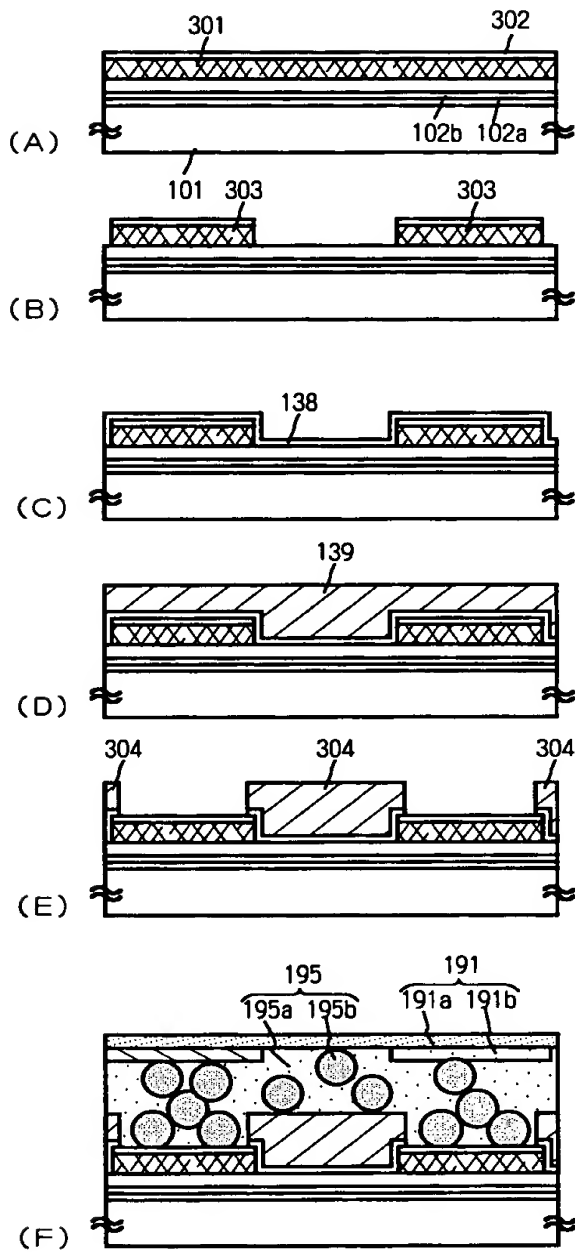


【図 1 4】

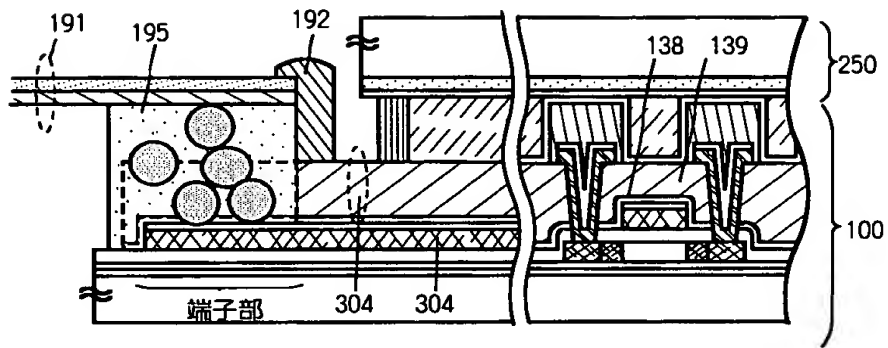


柱状スペーサの断面模式図

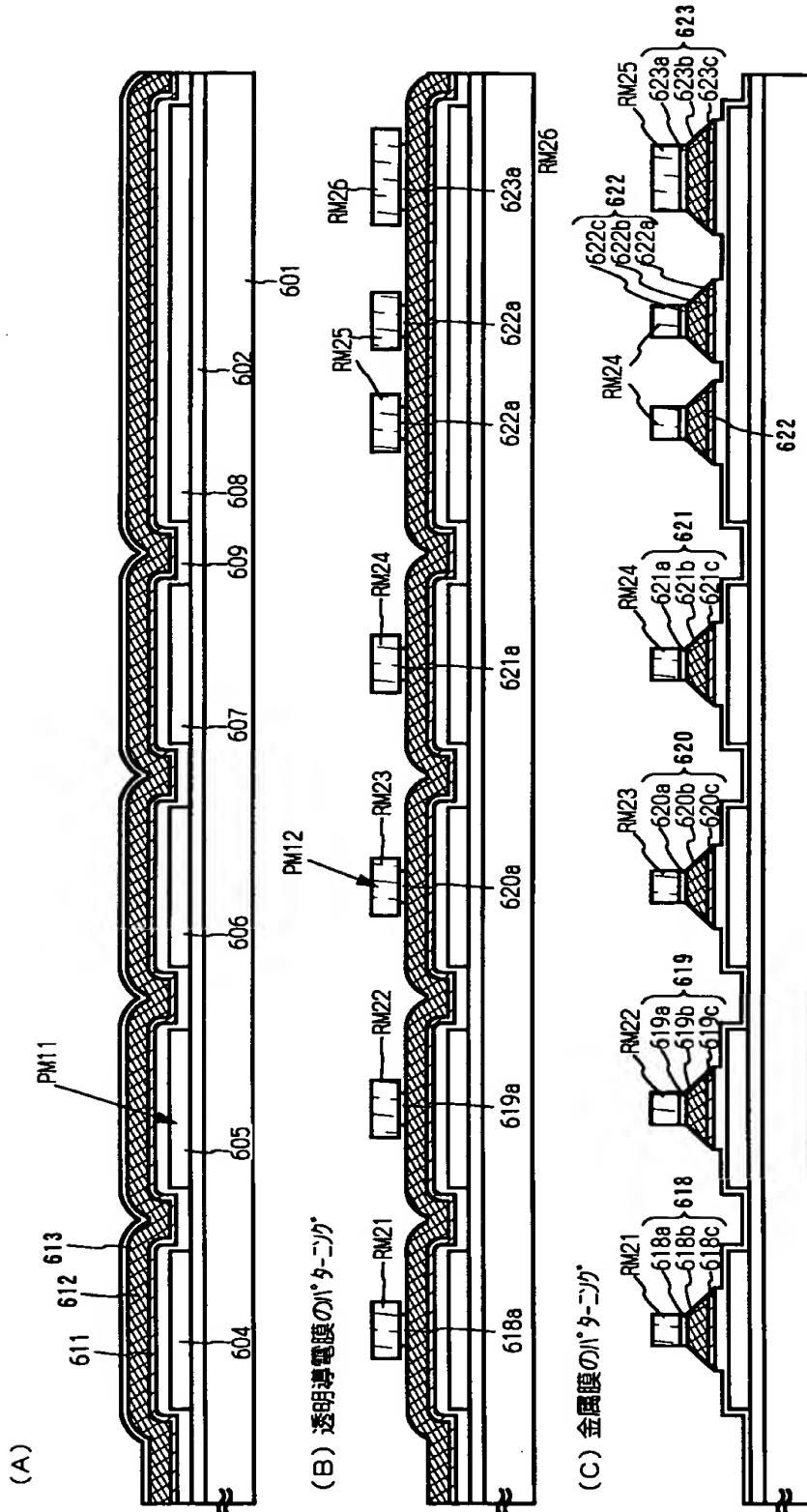
【図 1 5】



【図 16】

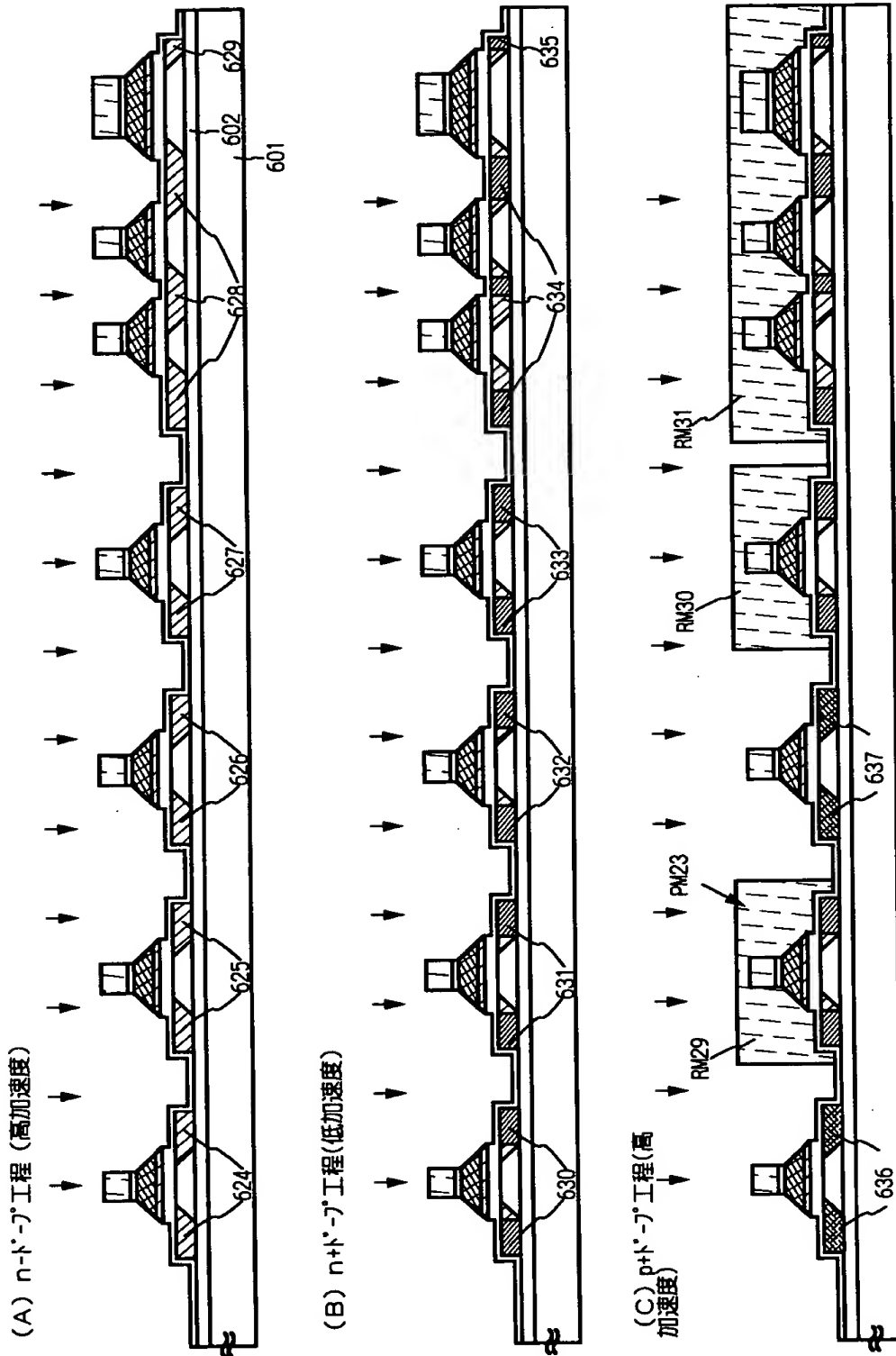


【図 17】

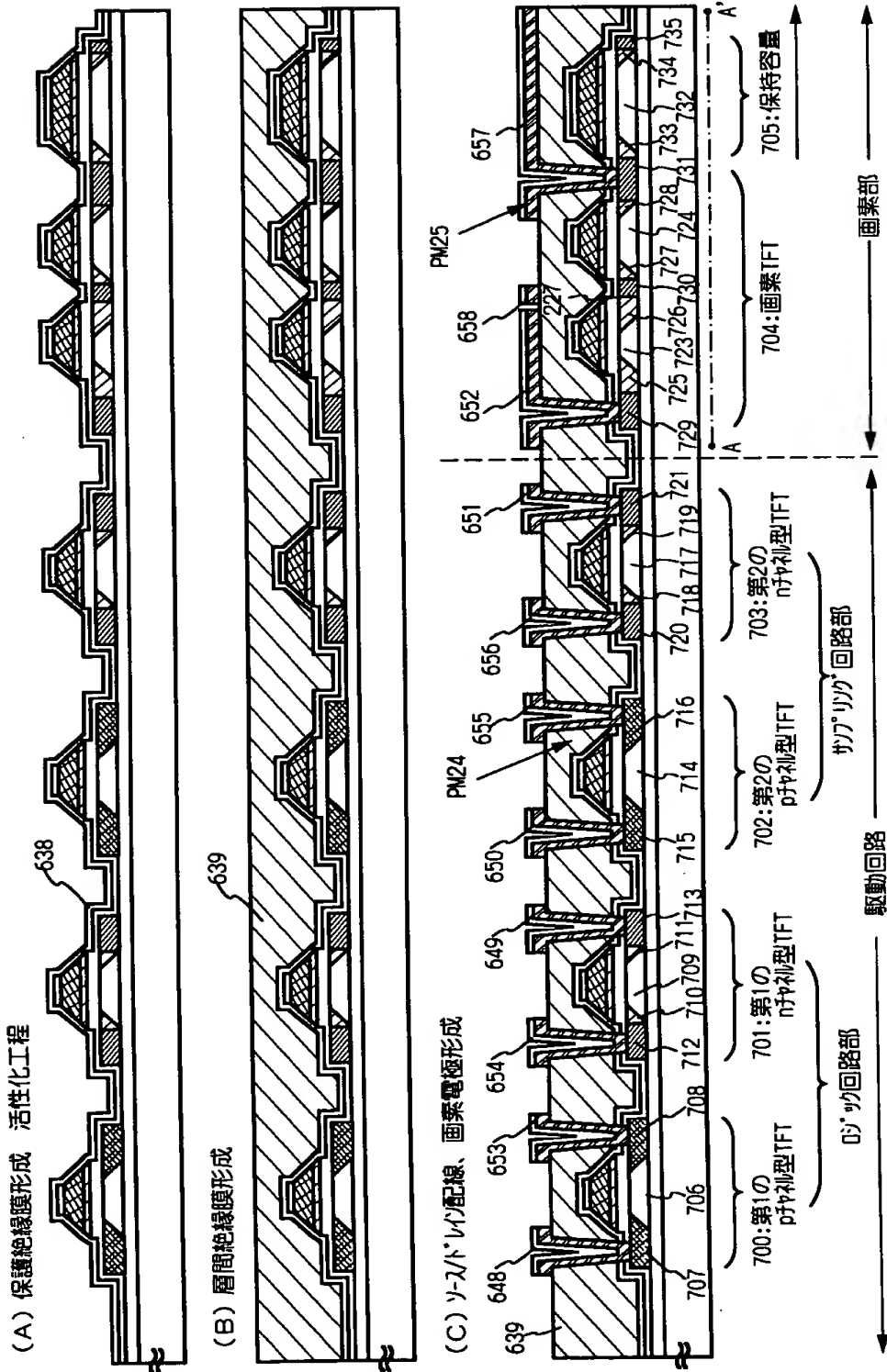




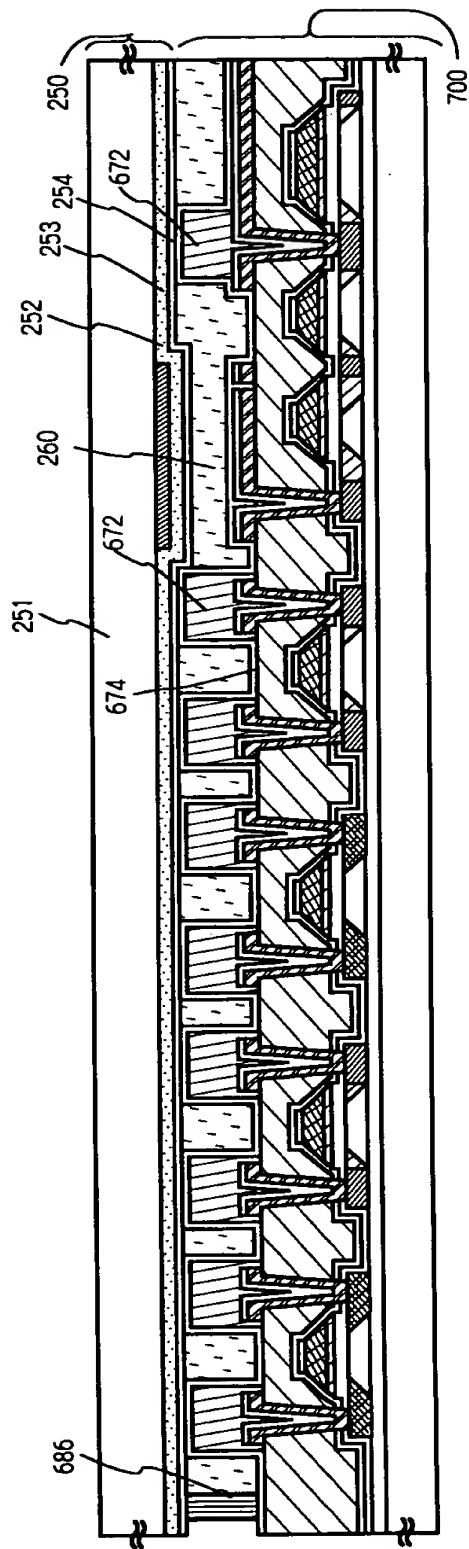
【図 18】



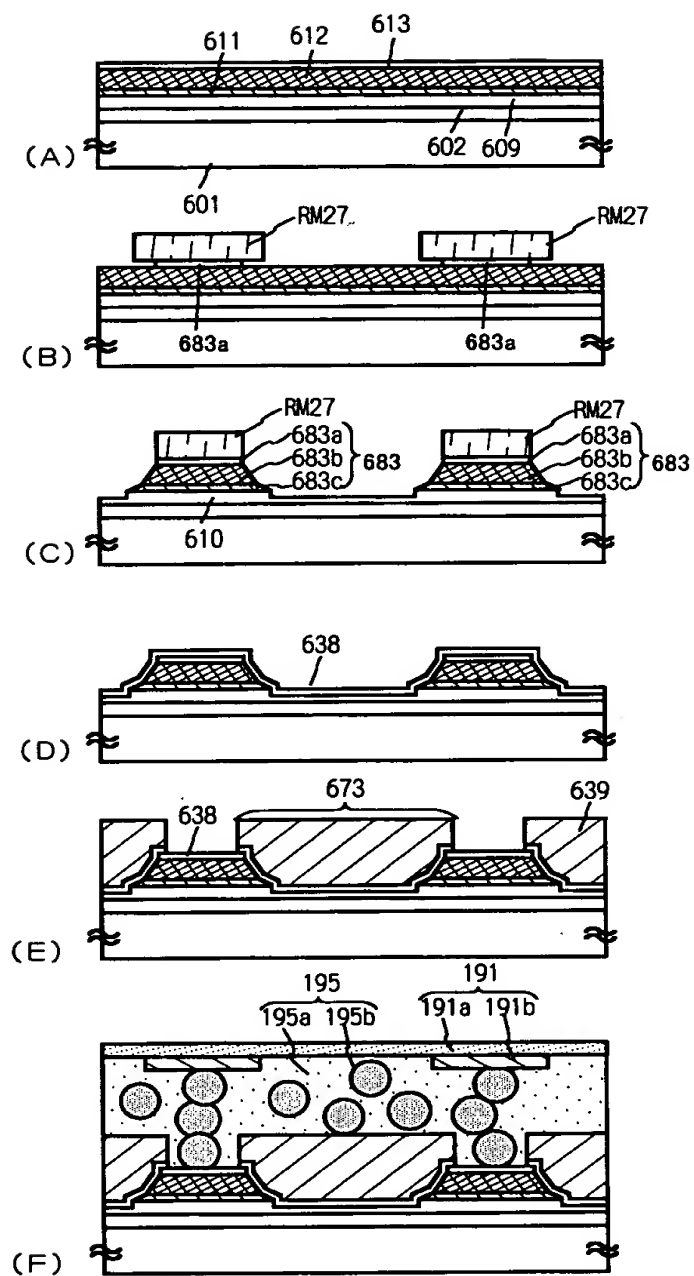
【図19】



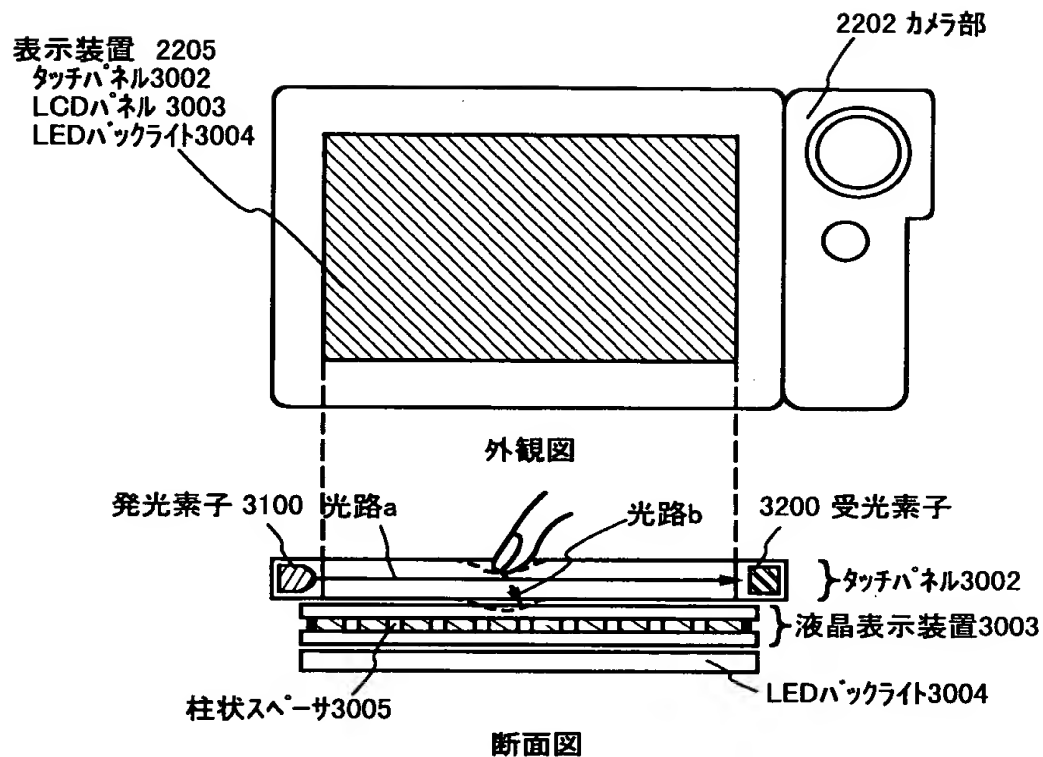
【図 20】



【図 2 1】

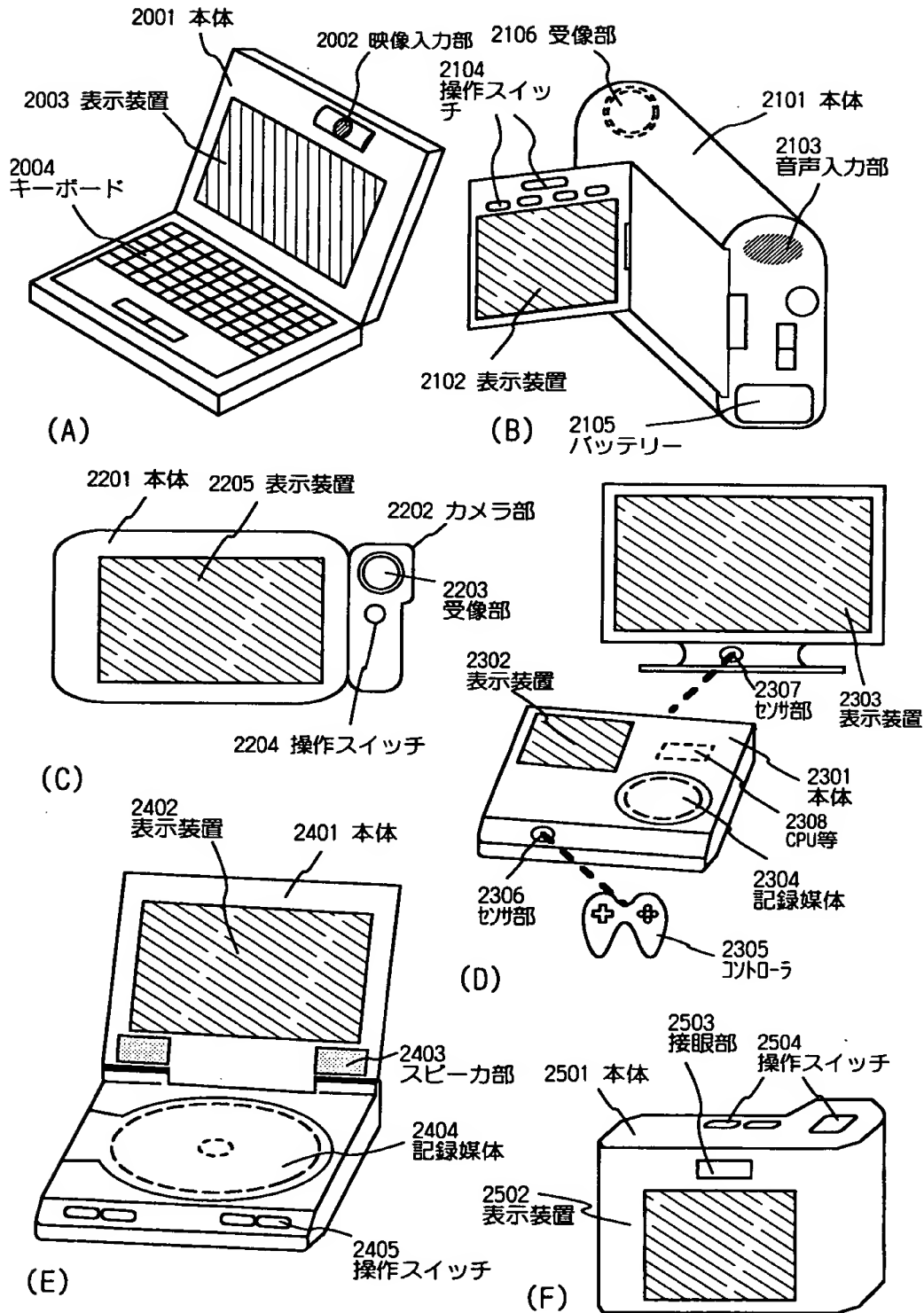


【図 22】

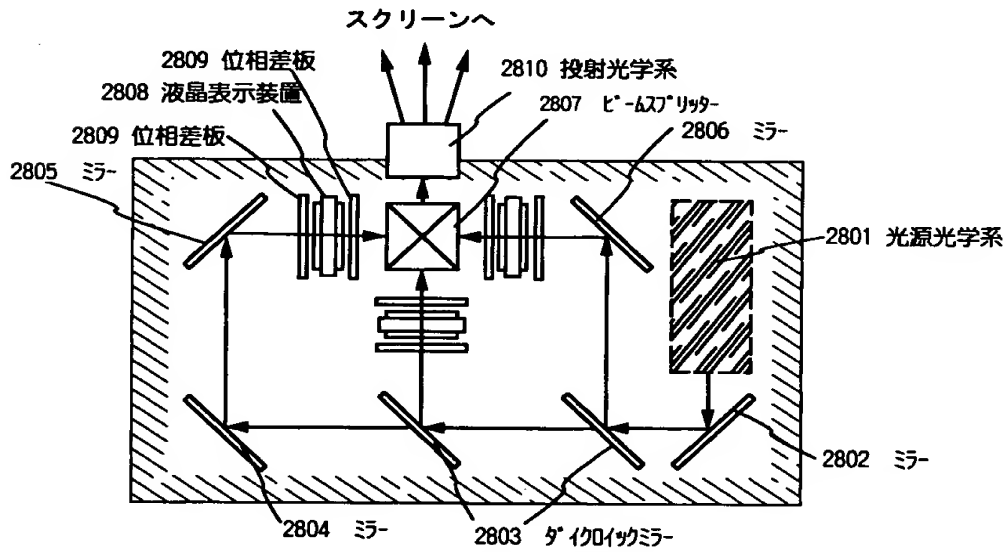
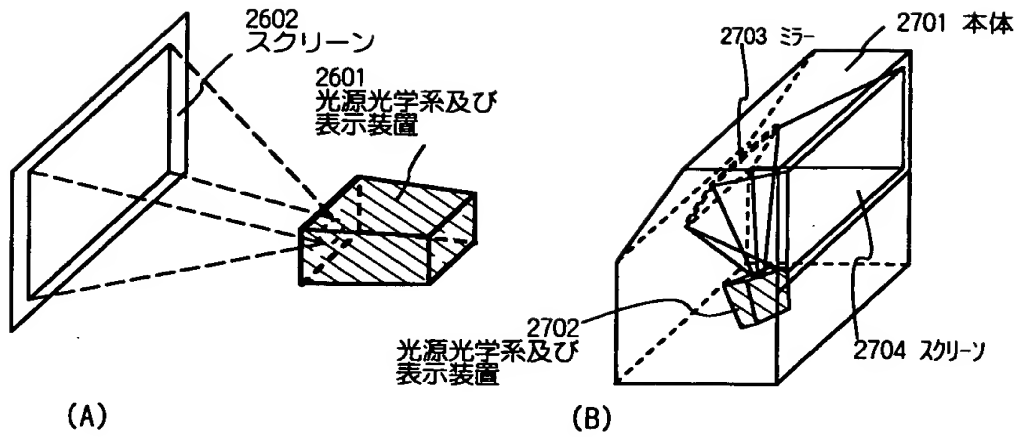


携帯情報端末機器(光学式タッチパネル)の外観図および断面図

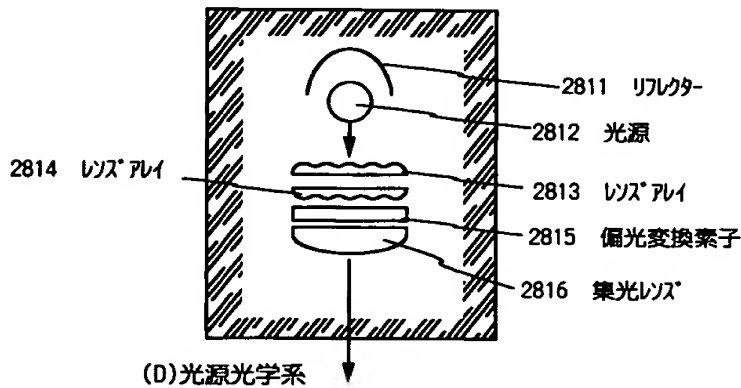
【図 23】



【図 24】

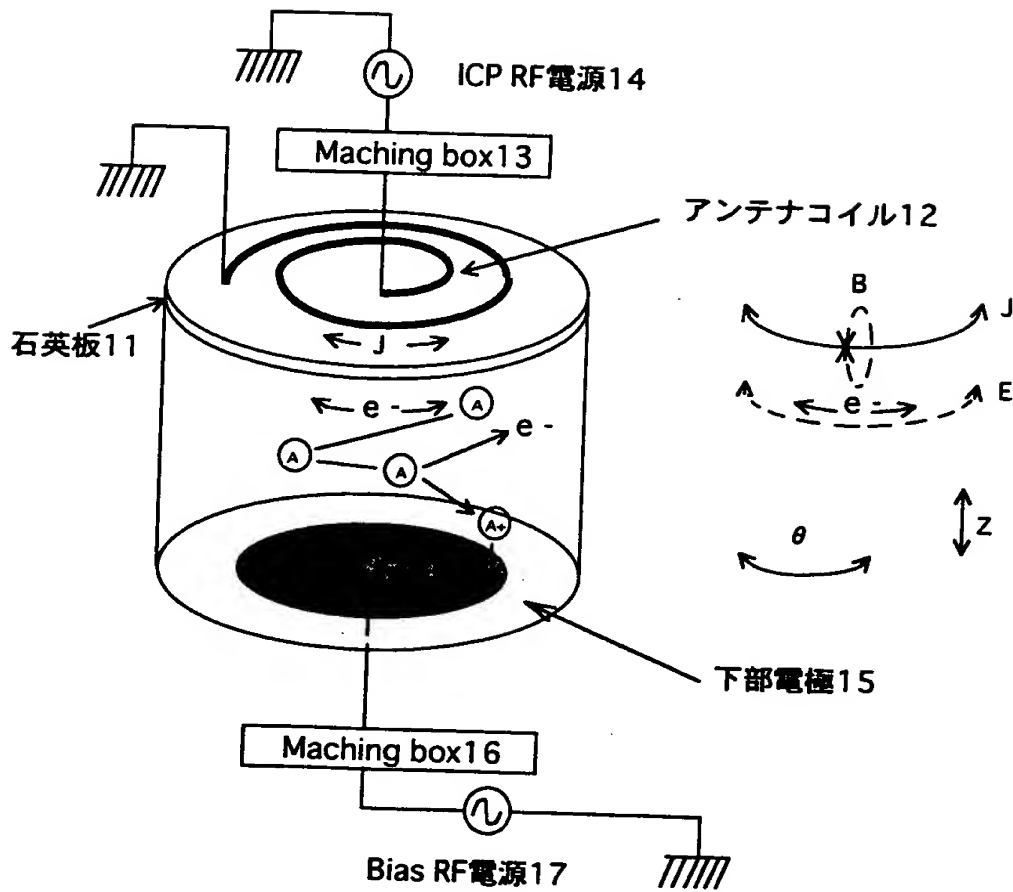


(C)光源光学系及び表示装置 (三板式)



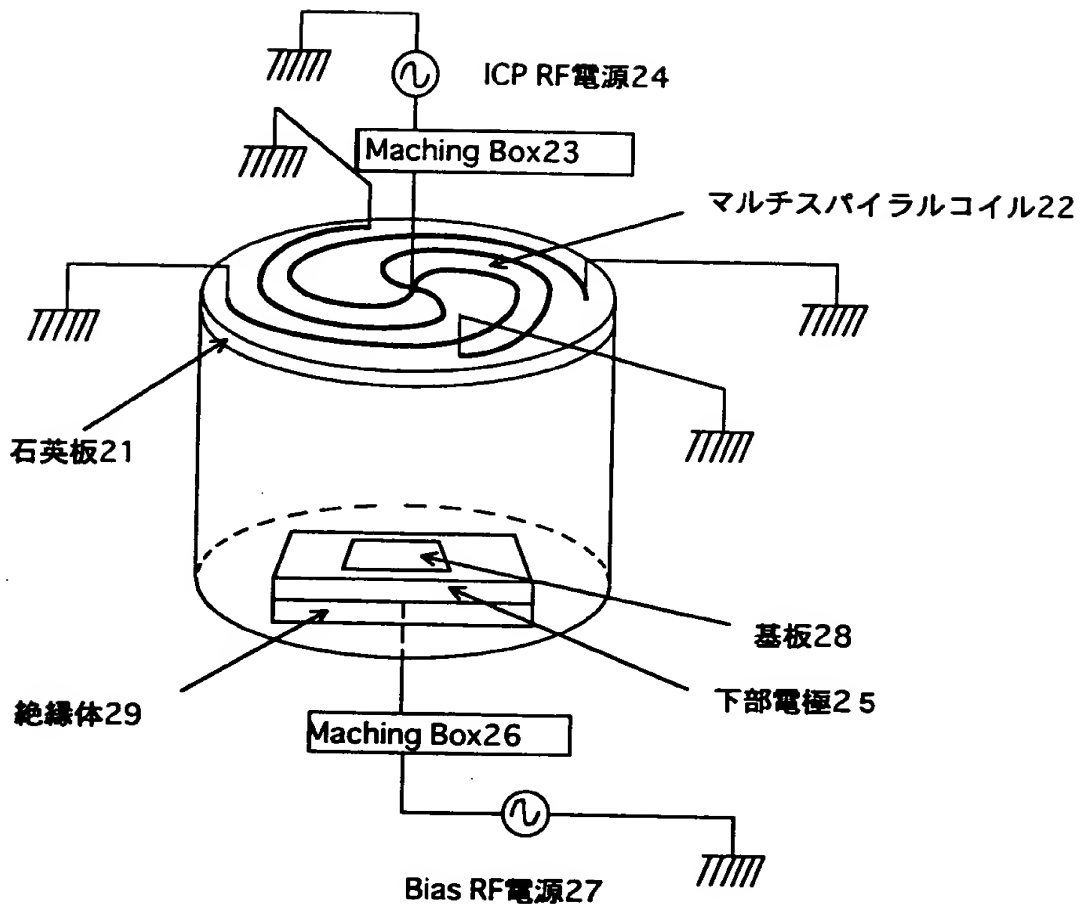
(D)光源光学系

【図 25】

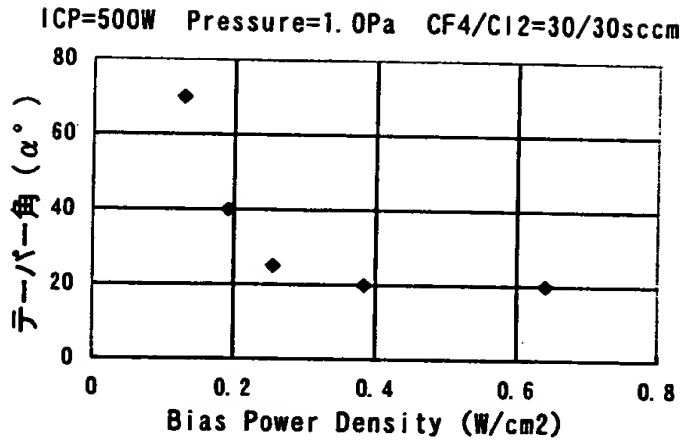




【図 2 6】

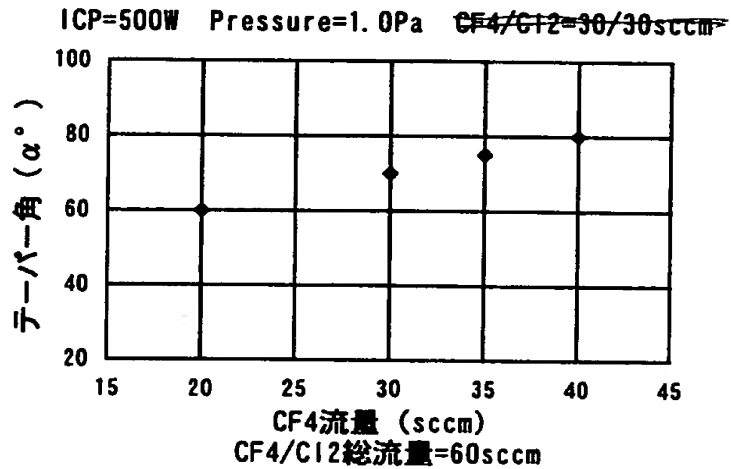


【図 27】



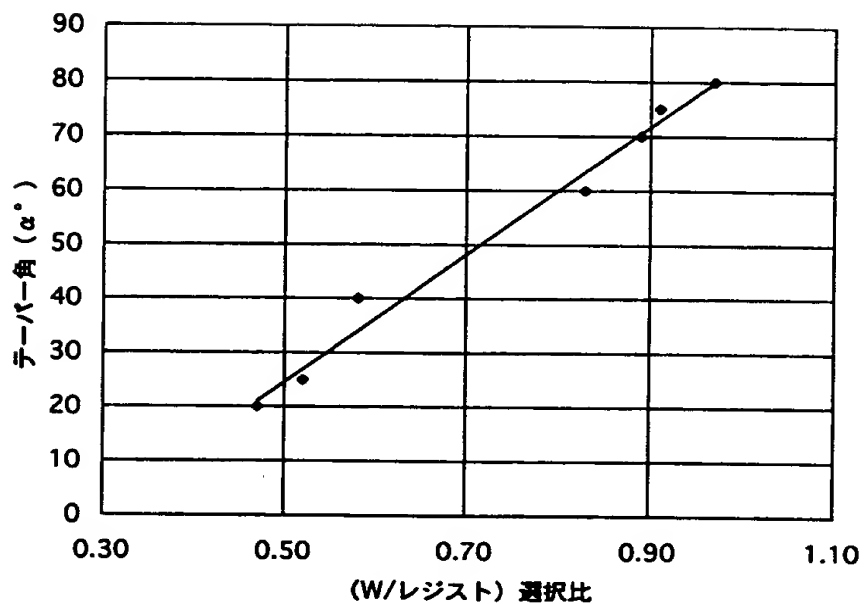
配線の断面形状（テーパ角 $\alpha$ ）のBias POWER依存性

【図 28】



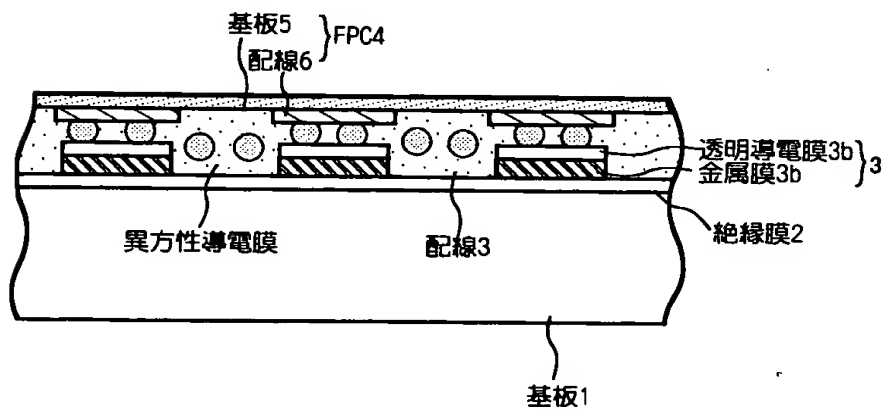
配線の断面形状（テーパ角 $\alpha$ ）のCF<sub>4</sub>流量比依存性

【図 29】



テーパー角  $\alpha$  の (W/レジスト) 選択比依存性

【図 30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液晶パネルなどにおいて、異方性導電膜とのコンタクトの信頼性を向上する。

【解決手段】 アクティブマトリクス基板上の接続配線 1 8 3 は端子部 1 8 2 において異方性導電膜 1 9 5 によって、F P C 1 9 1 に電氣的に接続される。接続配線 1 8 3 はアクティブマトリクス基板上の T F T のソース／ドレイン配線と同じ工程で作製され、金属膜と透明導電膜の積層膜でなる。異方性導電膜 1 9 1 との接続部分において、接続配線 1 8 3 の側面は絶縁材料でなる保護膜 1 7 3 に覆われている。よって、接続配線の金属膜の側面は保護膜 1 7 3 で覆われているためこの部分において、金属膜は透明導電膜、下地の絶縁膜、保護膜 1 7 3 に接して囲まれ、外気に触れることが回避できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市長谷398番地

氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所